

E.T.S de Ingeniería Industrial, Informática y de
Telecomunicación

Dispositivo que permita la respiración
durante la maniobra de “esquimotaje”
en el uso del kayak.



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

Trabajo de Fin de Grado

Leyre Álvarez Jiménez

José Ramón Alfaro López

Tudela, Mayo de 2021



AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer la ayuda que he recibido durante el proceso de realización de este proyecto. En primer lugar, a mi tutor, José Ramón Alfaro López, quien me ha acompañado, ayudado, aconsejado, enseñado y animando en todo momento.

También, quisiera agradecer a Ángel, jefe de taller, por su buena disposición y la ayuda que me ha aportado durante el proceso de prototipado, confiando en mí y animándome a descubrir nuevas máquinas en taller.

Por último, agradecer a mi familia, sobre todo a mi padre, que me han ayudado y apoyado, y sobre todo, me han animado y han confiado, creyendo en mí en los momentos más difíciles.

RESUMEN

El presente proyecto se centra en el estudio y diseño de un dispositivo de respiración, que ofrezca seguridad en la realización de la maniobra de esquimotaje y en el entrenamiento y aprendizaje de esta técnica.

Se han realizado estudios y pruebas para comprobar si las condiciones de presión y de riqueza del aire son las adecuadas para el funcionamiento del dispositivo. Se ha investigado la capacidad del cuerpo humano para poder respirar soportando distintas presiones hidrostáticas, se ha calculado el volumen máximo que puede tener un tubo de respiración y se ha estudiado la capacidad de inspirar aire de un espacio hermético provocando una reducción de la presión atmosférica.

El dispositivo diseñado se compone de una cámara unida a dos tubos que permiten el flujo del aire desde interior del kayak hasta el usuario. Son dos tubos con válvulas antirretorno, un tubo para inhalar y otro para exhalar. La cámara contiene una válvula de purga que evacua el agua antes de la primera respiración. Todo este sistema permite que una persona que vuelca con el kayak, pueda respirar cuando está sumergida.

PALABRAS CLAVE

Kayak, esquimotaje, vuelco, aguas bravas, seguridad, respiración.

ABSTRACT

This project focuses on the study and design of a breathing device that offers safety in the performance of the kayak roll and in the training and learning of this technique.

Studies and tests have been carried out to verify if the conditions of pressure and richness of the air are adequate for the operation of the device, The ability of the human body to breathe while withstanding different hydrostatic pressures has been investigated, the maximum volume that a breathing tube can hold has been calculated and the ability to inspire air from a hermetic space has been studied, causing a reduction in atmospheric pressure.

The designed device is made up of a camera to two tubes that allow the flow of air from inside the kayak to the user. There are two tubes with non-return valves, a tube for inhaling and another for exhaling. The camera has purge valve that evacuates the water before the first breath. This whole system allows a person who capsizes with the kayak to breathe when submerged.

KEYWORDS

Kayak, kayak roll, overturn, whitewater, safety, breathing.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN	3
PALABRAS CLAVE	3
ABSTRACT	4
KEYWORDS.....	4
1. Introducción.....	10
1.1. Contexto histórico.....	10
1.2. Tipos de esquimotaje	12
1.2.1. Esquimotaje clásico	12
1.2.2. Esquimotaje clásico invertido.....	13
1.2.3. Esquimotaje C to C.....	13
1.2.4. Esquimotaje Pawlata.....	14
1.2.5. Esquimotaje italiano	15
1.2.6. Esquimotaje de popa.....	16
1.2.7. Esquimotaje de manos	17
2. Objetivos.....	17
2.1. Objetivo del proyecto.....	17
2.2. Objetivos concretos.....	18
2.3. Patente.....	19
3. Estudios y pruebas realizadas	20

3.1.	Presión hidrostática.....	20
3.2.	Volumen máximo del tubo.....	23
3.3.	Efecto del vacío en el interior del kayak.....	24
4.	Diseño del dispositivo	28
4.1.	Piezas de diseño propio.....	28
4.1.1.	Cámara.....	29
4.1.2.	Base de tubos.....	31
4.1.3.	Válvulas antirretorno	32
4.1.4.	Válvula de purga.....	36
4.1.5.	Jaula y esfera	39
4.1.6.	Soporte para pinza	41
4.2.	Piezas compradas	45
4.2.1.	Boquilla de regulador de buceo	45
4.2.2.	Tubo corrugado.....	47
4.2.3.	Pinza de nariz.....	48
4.3.	Montaje	49
5.	Conclusiones.....	55
	Bibliografía.....	58

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Esquimotaje clásico (4)	13
---	----

Ilustración 2: Esquimotaje C to C (4).....	14
Ilustración 3: Esquimotaje Pawlata (7).....	15
Ilustración 4: Esquimotaje italiano (8)	16
Ilustración 5: Esquimotaje de popa (8).....	16
Ilustración 6: Esquimotaje de manos (8)	17
Ilustración 7: Dispositivo casero para respirar bajo el agua	23
Ilustración 8: Unión al bidón	25
Ilustración 9: Instrumento casero para la medición del cambio de presión en un espacio hermético	26
Ilustración 10: Medición del vacío	26
Ilustración 11: Render de la cámara	29
Ilustración 12:Render de la vista lateral de la cámara	30
Ilustración 13: Render de la planta de la cámara.....	30
Ilustración 14: Render de la base de tubos	31
Ilustración 15:Render de la planta de la base de tubos.....	32
Ilustración 16: Modelo 1 de la válvula antirretorno	33
Ilustración 17: Modelo 2 de la valvula antirretorno	33
Ilustración 18:Render de la sección del modelo 1 de la válvula antirretorno.....	34
Ilustración 19:Render de la planta del modelo 1 de la válvula antirretorno.....	34
Ilustración 20:Planta del prototipo del modelo 1 de la válvula antirretorno	35
Ilustración 21: Prototipo del modelo 1 de la válvula antirretorno	35
Ilustración 22:Render de la válvula de purga con cruceta superior.....	36

Ilustración 23:Render de la válvula de purga con tapa.....	37
Ilustración 24: Render frontal de la válvula de purga con tapa	37
Ilustración 25:Render de la vista lateral de la válvula de purga con tapa	38
Ilustración 26:Render de la planta de la válvula de purga con tapa	38
Ilustración 27: Render modelo 1 sistema snorkel.....	39
Ilustración 28: Render modelo 2 sistema snorkel.....	40
Ilustración 29: Render modelo 3 sistema snorkel.....	40
Ilustración 30: Render modelo final de jaula y esfera	41
Ilustración 31: Render modelo 1 soporte para pinza	42
Ilustración 32: RRender modelo 2 del soporte para pinza.....	43
Ilustración 33: Render modelo 3 del soporte para pinza	43
Ilustración 34:Render modelo 1 del soporte para pinza	44
Ilustración 35: Render frontal del modelo 1 del soporte para pinza.....	44
Ilustración 36: Render lateral del modelo 1 del soporte para pinza	45
Ilustración 37: Render modelo 1 de boquilla.....	46
Ilustración 38: Render modelo 2 de boquilla.....	46
Ilustración 39: Boquilla de regulador de buceo (10)	47
Ilustración 40: Tubo corrugado de PVC (11)	48
Ilustración 41: Pinza para nariz de natación sincronizada (12)	49
Ilustración 42:Union de las válvulas antirretorno y los tubos de respiración.....	49
Ilustración 43: Unión de la jaula y la esfera con la base de tubos	50

Ilustración 44: fijación de lo tubos de respiración y la base de tubos	51
Ilustración 45: Unión de la válvula de purga y la cámara	52
Ilustración 46:Colocación de la junta torica en el prototipo de la base de tubos	52
Ilustración 47: Atornillado de la base de tubos y la cámara del prototipo	53
Ilustración 48: Colocación del soporte para pinza y cámara del prototipo	54
Ilustración 49: Colocación de la boquilla de buceo en la cámara del prototipo.....	54

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de la presión absoluta a diferentes profundidades en el agua.	22
Tabla 2: Datos obtenido en la prueba de vacío de un bidón de 50 L.....	27

LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación 1: Volumen del cilindro	24
--	----

1. Introducción

La introducción a este trabajo no se podría entender sin hablar de una embarcación llamada kayak. Una embarcación, que se diferencia de otras embarcaciones, en su construcción, en su uso y en su finalidad. La diferencia principal de esta embarcación respecto a otras de finalidad similar, como canoas, piraguas, cayucos, etc., está en su terminación cerrada, que crea una burbuja de aire, ya que, el usuario del kayak, debe cerrar el hueco donde se coloca, con un faldón impermeable, que en la actualidad se denomina cubrebañeras. Esta burbuja de aire, que se encuentra en el interior del Kayak y que no tiene salida gracias a esta práctica de sellar la embarcación con el cubrebañeras, es la que le proporciona una gran flotabilidad y una gran capacidad de maniobra, pero a la vez exige una técnica muy específica y depurada para su manejo. El espacio interior del kayak se denomina “bañera”, y es en esta, cuando se sella con el cubrebañeras, donde se crea la burbuja de aire estanca que es el origen y punto de partida de este trabajo.

Lo que se busca con este proyecto, es diseñar y crear un dispositivo, que permita al usuario respirar y aprovechar el aire que se encuentra en el interior del kayak, cuando este sufre un vuelco.

1.1. Contexto histórico

Aunque el origen del kayak no se ha podido concretar, es conocido que los primeros en utilizarlo, y por supuesto en construirlo, fueron los Inuit, un pueblo que habita en la zona Ártica del hemisferio norte. Estos lo utilizaban como método de transporte y para la caza y la pesca, no para el ocio como se utiliza actualmente. Algunas personas piensan, que es la embarcación antigua, con uso en la actualidad, que menos modificaciones ha sufrido con respecto al modelo original, lo que dice mucho de su diseño.

Con el uso del kayak, los Inuit tuvieron a su vez, la necesidad imperiosa de desarrollar diferentes prendas, materiales y herramientas específicas para esta actividad. Crearon

anoraks, el remo con palas a ambos lados y lo que hoy en día se conoce como cubrebañeras, con la diferencia de que sólo dejaban a la vista la cara de la persona. Estos eran confeccionados a partir de tripas y pieles animales entre diversos materiales.

(1)

Las aguas gélidas del Ártico, la inestabilidad y las estrechas bañeras de las embarcaciones, eran factores que ponían en riesgo las vidas de los Inuit. La caza de mamíferos marinos, era la actividad habitual para la que se utilizaban los kayaks, lo que provocaba que continuamente se dieran situaciones de violencia en la que la probabilidad de vuelco era alta. Las estrechas bañeras, en las que entrar y salir de ellas era muy complicado, hacían que el rescate de la persona fuera prácticamente imposible, además, de que las aguas heladas de la zona provocaban una muerte casi segura. Por estos motivos, los Inuit, a la vez que los kayaks, desarrollaron diferentes técnicas para su manejo. En concreto, nos centraremos en la técnica que recuperaba la posición del kayak después de sufrir un vuelco, esta técnica se denomina esquimotaje.

Esta maniobra permitía, que en caso de vuelco, realizar un rápido giro de la embarcación que hacía emerger al individuo a la superficie, reduciendo el tiempo de exposición a las frías aguas y evitando que tuviera que caer al agua, ya que no sabían nadar.

Para ellos esta técnica era básica e imprescindible y la aprendían desde edades muy jóvenes, lo que les convertía en especialistas en su realización. Con el tiempo la fueron desarrollando y perfeccionando para hacer frente a las necesidades que les surgían durante la pesca en el mar. (2)

Se cree que la llegada a Europa de estas técnicas fue a partir de 1600, cuando en una expedición danesa a Groenlandia, un grupo de kayakistas acompañaron durante unos metros al barco danés, dando una exhibición de algunas de sus maniobras de vuelco. El rey danés se interesó por esta práctica y ordenó construir una imitación de los kayaks de Groenlandia.

Así es como se introdujo en Europa el kayak y sus técnicas, entre ellas el esquimotaje. Lógicamente, su uso en Europa será lúdico y deportivo, como lo sigue siendo en la

actualidad, y no como una necesidad vital, que es lo que era para el pueblo Inuit, es decir, el esquimotaje era una diversión y no una maniobra que te salvaba la vida.

Popularmente el mérito de la introducción de esta práctica en el continente europeo se le otorgó a John Macregot en 1860, quien relató sus viajes en canoa en un libro. Más adelante, se encontró que, en 1767, David Crante, había descrito con mucho detalle diez técnicas de esquimotaje que utilizaban en Groenlandia, así como la técnica de caza en kayak. Gracias a esto, se dio a conocer que inicialmente ese ejercicio de vuelco se realizaba para salvar sus vidas. (3)

Hasta la actualidad, el esquimotaje se ha ido perfeccionando y cambiando según las necesidades de las actividades en las que se realiza. Hoy en día el uso del kayak ha derivado en diversos formatos orientados al ocio y a la disciplina deportiva. Algunos se realizan en aguas tranquilas, pero otros se efectúan en aguas bravas, donde más se utiliza esta técnica para aportar seguridad a su práctica.

1.2. Tipos de esquimotaje

Existen diferentes tipos de técnicas de esquimotaje, aunque las más conocidas se reducen a siete. Estos no tienen nombres establecidos de manera internacional y en cada zona se llaman de manera diferente. Los nombres aquí aportados, son los nombres más comunes en España. Son el esquimotaje clásico o Groenlandés, el esquimotaje invertido, el esquimotaje C to C, el esquimotaje Pawlata, el esquimotaje italiano, el esquimotaje de popa y el esquimotaje de manos.

1.2.1. Esquimotaje clásico

El esquimotaje clásico se realiza posicionando el remo a la altura de la superficie del agua, de manera paralela al kayak y sin hacer tensión. A continuación, se aleja la hoja delantera, sin dejar de mirarla y utilizándola de referencia, formando aproximadamente 60° grados con la embarcación. El siguiente paso es realizar una palada circular, y cuando la hoja se encuentre a la altura de las rodillas, se comienza a mover la cadera hacia esta, ayudándose de la rodilla que se encuentra más alejada de la hoja,

concluyendo así la maniobra, de manera que, el brazo que se coloca al lado del kayak, termina con el codo pegado al cuerpo y el kayakista queda fuera del agua. (4)

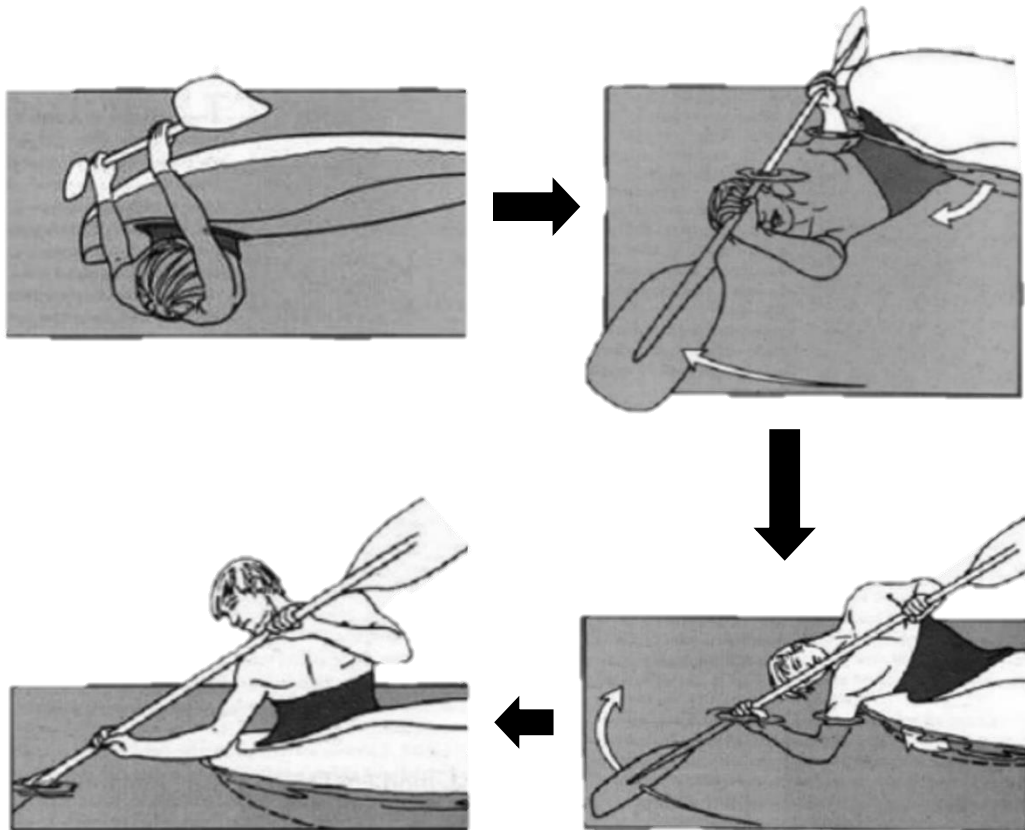


Ilustración 1: Esquimotaje clásico (4)

1.2.2. Esquimotaje clásico invertido

El esquimotaje clásico invertido se efectúa igual que el nombrado anteriormente. La diferencia es que el movimiento se realiza con la hoja trasera. Aunque su posición es incómoda, es útil en el caso de tener obstáculos en la parte delantera del kayak o si una hoja se engancha en la cubierta. (5)

1.2.3. Esquimotaje C to C

En el esquimotaje C to C se comienza colocando el remo de manera paralela al kayak en la superficie del agua y se abraza la embarcación, creando un ángulo de 90° entre los dos. Manteniendo la posición de la mano más cercana al kayak, se ejerce fuerza hacia abajo con la otra mano, dando una palada perpendicular a la superficie del agua. Con

ayuda de un empuje de la cadera del kayakista hacia la hoja que de la palada, se termina de realizar la maniobra. (4)

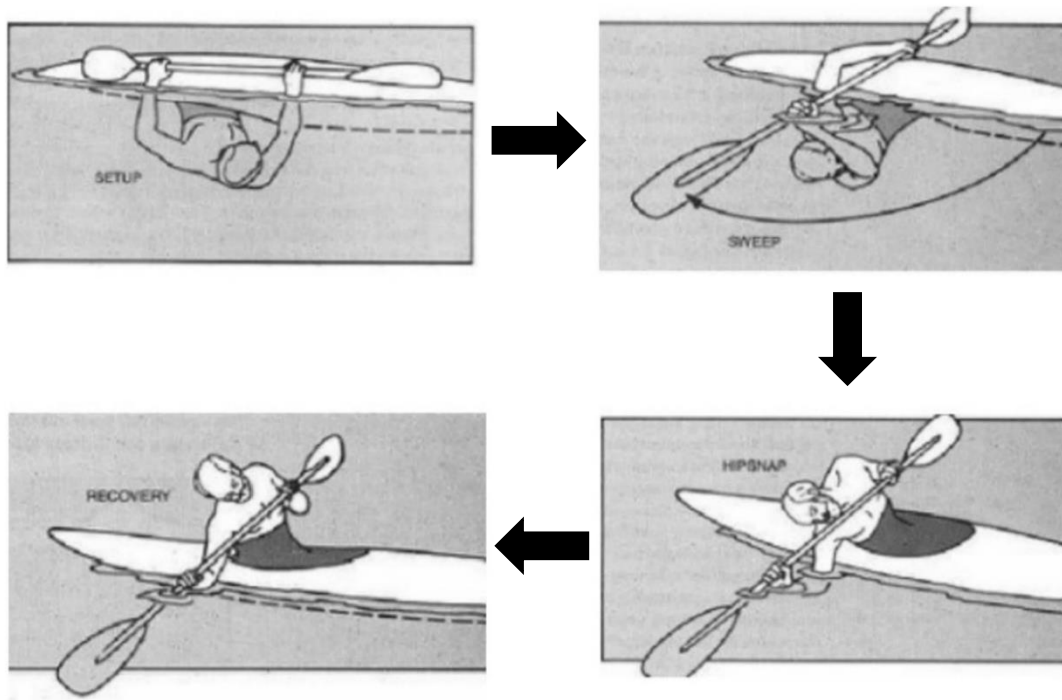


Ilustración 2: Esquimotaje C to C (4)

1.2.4. Esquimotaje Pawlata

El esquimotaje Pawlata, se hace como el esquimotaje C to C, pero en este caso, las manos se mueven a un extremo del remo, cogiendo con una mano el final de la hoja y con la otra mano la pértiga. Esta posición ayudará a completar el giro del remo y junto al movimiento de cadera proporcionará mayor seguridad para realizar el giro del kayak completo. (6)

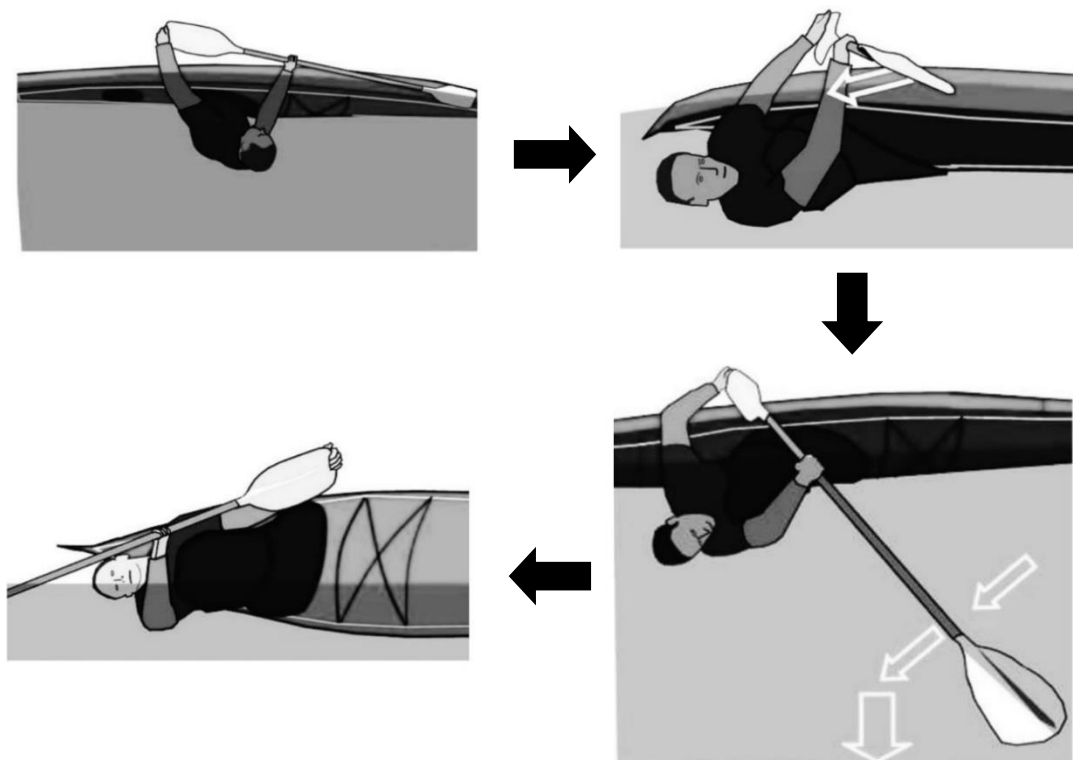


Ilustración 3: Esquimotaje Pawlata (7)

1.2.5. Esquimotaje italiano

El esquimotaje italiano parte colocando el remo de manera vertical, posicionando una hoja sobre el vientre y agarrándola con la mano por el borde contrario al brazo utilizado. La otra mano se posiciona en la pértiga, a la altura de la cabeza, con el pulgar en dirección al cuerpo. A continuación, se inclina el cuerpo en dirección al brazo que sujeta la hoja hasta que el remo llegue a la superficie. En este momento se apoya el individuo sobre ella y golpea hacia abajo girando el kayak. (8)

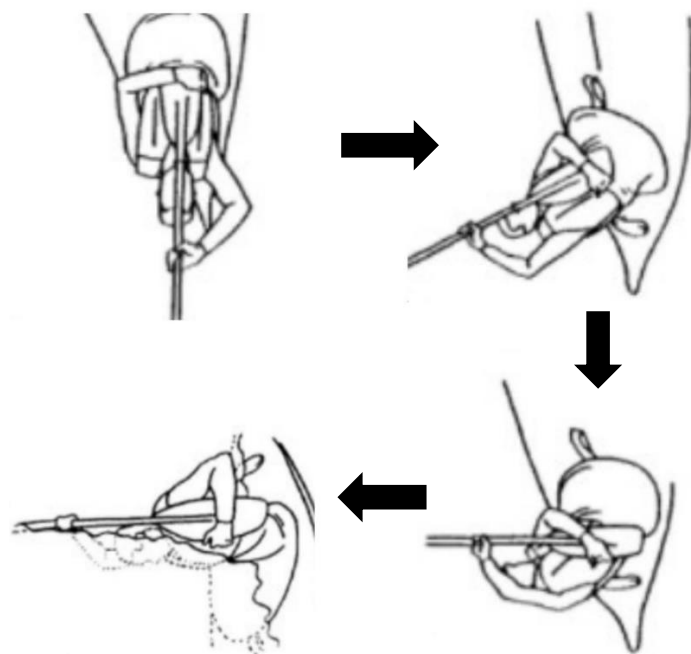


Ilustración 4: Esquimotaje italiano (8)

1.2.6. Esquimotaje de popa

En el esquimotaje de popa se posiciona la espalda tocando la cubierta y el remo se extiende paralelo al kayak en la superficie del agua. Para realizar el giro de la embarcación, se hace un barrido con el remo de atrás a adelante a la vez que se ayuda con la cadera. (8)

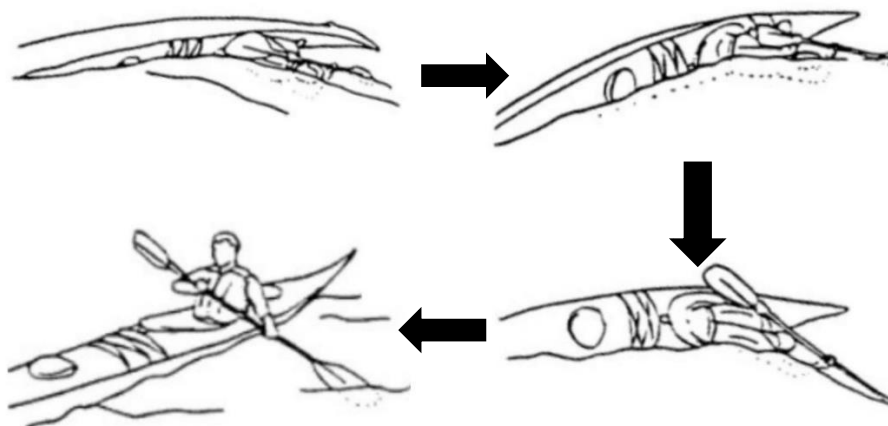


Ilustración 5: Esquimotaje de popa (8)

1.2.7. Esquimotaje de manos

El esquimotaje de manos se realiza como indica su nombre con las manos. Consiste en un movimiento rápido de las dos manos imitando una palada hacia el kayak, junto con un importante golpe de cadera y piernas en dirección contraria al movimiento de las manos. Es muy útil en los casos en los que el kayakista se encuentre sin pala. Es muy usado por deportistas que se deslizan por grandes cascadas, ya que, la inmersión en el agua al final del salto con una pala, es peligrosa y provocaría grandes lesiones. (5)

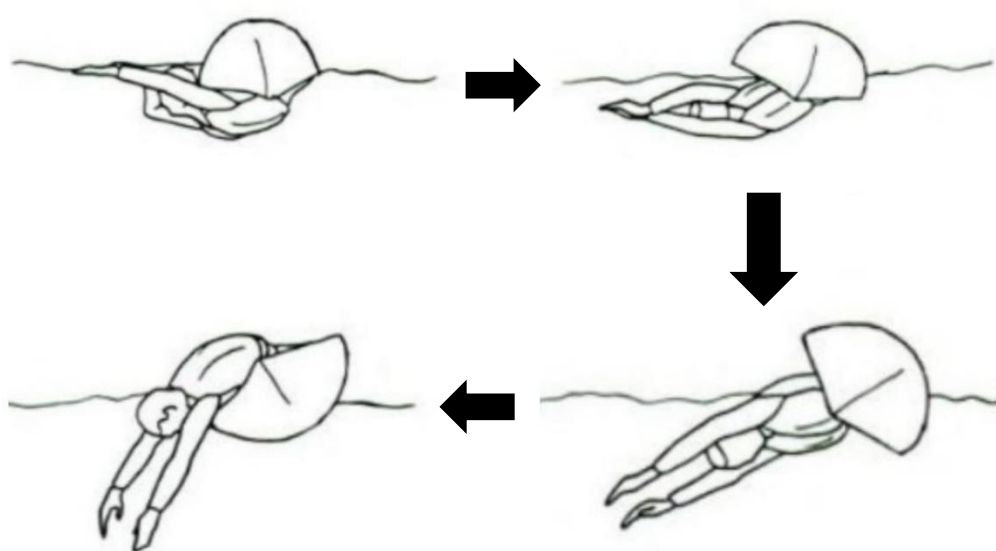


Ilustración 6: Esquimotaje de manos (8)

2. Objetivos

2.1. Objetivo del proyecto

El objetivo del presente trabajo, es el estudio y diseño de un dispositivo de respiración, que aporte seguridad en la realización de la maniobra de esquimotaje y en el entrenamiento y aprendizaje de esta técnica.

La motivación principal para investigar un sistema que ayude a realizar una maniobra de esquimotaje de manera más sencilla y segura, ha sido las angustiosas situaciones que la gente cercana a mí, que practica este deporte o yo misma, hemos vivido cuando se ha producido un vuelco con el kayak. No poder o no saber realizar bien la técnica del esquimotaje, la sensación de ahogo y el estar boca abajo sin poder escapar, crea un gran agobio al kayakista, que indudablemente genera una tensión que aumenta el peligro real.

Se quiere lograr el aporte de aire durante un tiempo extra al usuario del kayak, que proporcionará la posibilidad de aumentar el número de intentos de realizar dicha maniobra, y la seguridad y tranquilidad de poder respirar utilizando el aire que se retiene en el interior de la embarcación, una vez que el kayakista se introduce en ella y la sella con el cubrebañeras.

2.2. Objetivos concretos

Para poder lograr la finalidad principal de este sistema de respiración, se han marcado objetivos concretos en el diseño del dispositivo. Algunos de ellos son mejoras de conceptos que se describen en la patente que se expondrá más adelante., y otros son ideas propias. Se indican a continuación.

1. Crear un dispositivo de respiración que aporte seguridad.
2. Evitar incorporar aparatos electrónicos o de compresión, de manera que se evita introducir peso en la embarcación.
3. Conseguir una rápida colocación en el momento de su uso, facilitando así, su utilización y no empeorando la tensión de la situación.
4. Evitar tener que perforar la embarcación o el cubre bañeras, de manera que se pueda usar en todas aquellas embarcaciones que se desee y de una manera sencilla.
5. Hacerlo desmontable, de manera que pueda ser utilizado por más de una persona y en diferentes embarcaciones, solamente utilizando una pieza de empalme en la parte final del tubo y el sistema de toma de aire colocado en el interior de la bañera.
6. Optimizar el consumo del aire del interior del kayak

7. Optimizar el tamaño del dispositivo, intentar reducirlo al tamaño más pequeño cubriendo todas las necesidades que son necesarias.
8. Automatizar el flujo de aire, evitar que las válvulas se tengan que activar manualmente por el usuario.
9. Intentar que el impacto medioambiental de su uso sea el mínimo.
10. Crear accesorios que se puedan añadir aportándole diferentes usos enfocados al ocio y uso recreativo.

2.3. Patente

Tras la búsqueda en el mercado de un dispositivo que tuviera esta utilidad o unas características semejantes sin éxito, ya que no se ha encontrado ningún sistema parecido, el objetivo se centró en la búsqueda de patentes que ofrecieran una misma finalidad o una similitud con los requisitos que se quieren conseguir con este proyecto. En este caso se encontró una patente, la cual se muestra en el anexo 1.

Es una patente europea publicada en 2004 y titulada “Medidas de seguridad para kayak y otras embarcaciones”. Se hará hincapié en el párrafo comprendido entre las líneas 35 y 40 de la columna 4, y en las reivindicaciones, donde se observan las posibles diferencias con el dispositivo que finalmente se quiere diseñar. Una vez se ha estudiado la patente, se quiere destacar diversos puntos que describen el invento.

1. Las válvulas se accionan por el usuario a través de un vástago que se desliza por un cuerpo circular y permite o bloquea el flujo de aire. En estado cerrado impide el paso del aire y abierto lo permite.
2. Consta de un tubo con un volumen interno menor a la capacidad pulmonar que permite aspirar y espirar por él mismo.
3. El dispositivo se introduce en el kayak a través de un orificio realizado en la cubierta de la embarcación, con collarín estanco o un prensaestopas.
4. La terminación del tubo que se encuentra en el interior de la embarcación, se debe situar por encima de la de la línea de flotación de esta en posición invertida, para evitar la entrada del agua que se pueda encontrar en el interior de kayak.

Estos apartados han ayudado a seguir definiendo los objetivos, trabajando en su mejora en algunos casos, y modificando y rectificando otros puntos, para poder llegar al diseño de un nuevo dispositivo más eficaz

3. Estudios y pruebas realizadas

Antes de comenzar el diseño del dispositivo, es necesario hacer algunos estudios, cálculos y pruebas para comprobar que las condiciones son posibles para su correcto funcionamiento. Se ha investigado la capacidad del cuerpo humano para poder respirar soportando distintas presiones hidrostáticas, y así conocer, a qué profundidad se podría respirar con un tubo sin necesidad de asistencia mecánica. También es necesario hacer los cálculos para determinar el volumen máximo del tubo de respiración que aseguraría la necesaria evacuación del aire espirado y viciado de CO₂. Y, por último, la capacidad de inspirar aire de un espacio hermético provocando una reducción de la presión atmosférica, es decir, creando vacío, con el fin de ver la posibilidad de la utilización de un único tubo para inspirar el aire de la bañera y expirar el CO₂ al agua mediante una válvula de purga.

Se presentan a continuación los estudios y las conclusiones a las que se han llegado después de realizar las oportunas consultas, los cálculos necesarios y pruebas reales con aparatos de fabricación propia

3.1. Presión hidrostática

La presión hidrostática se define como la presión que sufre un cuerpo sumergido en un fluido. Esta presión equivale al peso de la columna de fluido que tiene encima el cuerpo sumergido, y su fórmula es $Ph = d \cdot g \cdot h$, donde d es la densidad del fluido, g la gravedad y h la altura de dicha columna de fluido.

Es por esto, que deberemos tener en cuenta este incremento de presión sobre el pecho al estar sumergido y ver si la fuerza de los músculos torácicos, es suficiente para vencer esta presión y así poder inspirar a través de un tubo que llegue a la superficie, o bien, en este caso, a una burbuja de aire, que está a 1 ATM de presión.

La presión hidrostática que el agua ejerce sobre un cuerpo sumergido, puede ser un problema, ya que según aumenta la profundidad, aumenta la presión que se sufre sobre el pecho. Llega un momento, a cierta profundidad, en que la presión es tal, que puede provocar que los músculos torácicos no tengan la fuerza suficiente para expandir los pulmones y aspirar el aire del exterior. La diferencia entre la presión del aire que se respira en superficie, que es igual a la presión del interior de los pulmones, y la presión a la cual se encuentra el pecho bajo el agua, es la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica, es decir, la presión hidrostática. Presión que aumenta con la profundidad a la que se encuentra el cuerpo. Cuanta mayor presión hidrostática mayor dificultad para respirar.

Después de consultar en diversas fuentes, en las cuales se hacen cálculos, se realizan pruebas y experimentos, y sobre todo se cuentan experiencias personales, se puede llegar a determinar, que una profundidad máxima, en la que una persona sumergida puede respirar aire de la superficie a través de un tubo, es de 1 metro. Respirar a esta profundidad exige un gran esfuerzo, y no es hasta llegar a los 50 cm de profundidad, cuando esta respiración se realiza sin apenas esfuerzo.

Aun así, se decide realizar un experimento, y para ello se fabrica un manómetro casero. En una tabla de madera, se ha sujetado una manguera de plástico transparente formando una U. En él, se ha vertido agua con colorante naranja. Una vez el líquido se ha estabilizado en el tubo, por uno de los extremos se ha inspirado todo lo que se ha podido. El resultado ha sido que el líquido se ha desplazado 50 centímetros hacia arriba en un brazo de la U y 50 centímetros hacia abajo en el otro, lo que suma un total de 100 centímetros. Este dato de 100 centímetros indica la profundidad a la que podría respirar una persona. Es la fuerza que se es capaz de ejercer con los pulmones para contrarrestar la presión hidrostática del agua. (9)

A través de este experimento, se puede concluir que una persona sumergida en agua, puede aspirar aire de la superficie a través de un tubo, siempre y cuando se encuentre por encima del metro de profundidad.

Un dato importante es que, aunque no la tengamos muy presente porque son fuerzas que se contrarrestan, una ATM supone una fuerza de 1,03 Kg. por cm^2 , es decir, que un

incremento de 0,1 ATM, que es lo que sucede a 100 cm de profundidad, supone un aumento de fuerza de 0,1 Kg. más por cada cm². Pues bien, los pulmones de una persona adulta tienen aproximadamente una superficie de 1000 cm², por lo que, en esta situación, los músculos torácicos deben vencer una presión extra de 100 Kg.

A continuación, se expone una tabla con la presión absoluta que hay a diferentes profundidades en el agua.

Tabla 1: Tabla de la presión absoluta a diferentes profundidades en el agua.

Metros de profundidad (m)	Presión absoluta (atmosferas)	Presión absoluta (pascales)
0	1	101325
0.1	1.01	102338.25
0.2	1.02	103351.5
0.3	1.03	104364.75
0.4	1.04	105378
0.5	1.05	106391.25
0.6	1.06	107404.5
0.7	1.07	108417.75
0.8	1.08	109431
1	1.1	111457.5
1.5	1.15	116523.25

Se ha estimado como la profundidad media de los pulmones de un kayakista que realiza la maniobra de esquimotaje, los 50 centímetros, por lo que la presión absoluta que sufre el pecho es de 1.05 atmosferas y la presión externa que soporta es de 1050 kilogramos. Sin embargo, en el interior de los pulmones, la presión del aire aspirado es de 1 ATM, lo que supone 1000 kilogramos de fuerza. La diferencia entre el exterior del pecho y el interior de los pulmones, es de 50 kilogramos, y esa es la fuerza que deberán superar los

músculos torácicos para expandir los pulmones y poder así inspirar el aire de la superficie (9)

Por otro lado, se ha realizado una prueba en una piscina. Se ha unido un tubo a una pieza flotante para mantener un extremo en la superficie, y en el otro extremo se ha colocado una boquilla por la que poder respirar. La prueba ha consistido en mantener el cuerpo horizontal e ir aumentando la profundidad lentamente, para medir cuando ya no ha sido posible respirar. Los resultados han sido, que hasta los 50 cm, la respiración no presentaba mayor problema, pero a partir de esta profundidad, la dificultad para respirar requiere un mayor esfuerzo y es a los 90 cm, cuando ha resultado imposible seguir respirando



Ilustración 7: Dispositivo casero para respirar bajo el agua

La conclusión es que, una persona podría respirar aire de la superficie, a través de un tubo, siempre y cuando, sus pulmones no superen una profundidad de un metro, por lo que en esta faceta del estudio el proyecto es viable.

3.2. Volumen máximo del tubo

Calcular el volumen interior del tubo que se vaya a utilizar es primordial, ya que este tubo se utilizará tanto para la inhalación el aire de la superficie, como para la exhalación del aire viciado de CO₂ de los pulmones. En este caso, el peligro reside, en que el aire

expulsado se quede en el interior del tubo y no se renueve, por lo que, en la siguiente inhalación, se respire aire viciado de CO₂ y pobre de O₂.

Se considera que, aunque la capacidad total de los pulmones puede estar entre los 5 y los 6 litros de volumen, el volumen de aire que se intercambia en un ciclo respiratorio, es de 500 ml aproximadamente, por lo que es este último dato, el que se debe referenciar al volumen máximo interior del tubo. Evidentemente, el volumen de tubo deberá ser mucho menor para asegurar un porcentaje mínimo de renovación del aire.

La elección del tubo ha sido de un diámetro interior de 20 milímetros, que es lo que los expertos recomiendan para que la respiración sea cómoda. Es una medida estándar en los tubos de snorkel y también es la medida de la manguera que se ha usado en la prueba de la piscina. Con el diámetro de 20 mm. y el volumen de 500 ml. se calcula la longitud máxima del tubo, usando la fórmula del volumen de un cilindro, donde r es el radio, l la longitud y V_t el volumen del tubo.

Ecuación 1: Volumen del cilindro

$$V_t = \pi \cdot r^2 \cdot l$$

$$0.0005 = \pi \cdot 0.01^2 \cdot l$$

$$l = \frac{0.0005}{\pi \cdot 0.01^2} = 1.59 \text{ metros}$$

Por lo tanto, en un tubo de estas dimensiones, la renovación del aire sería prácticamente nula, la longitud de este tubo, debe reducirse mucho para asegurar que el aire se renueva. Teniendo en cuenta, que este debe recorrer el torso de kayakista e introducirse en la embarcación, hasta una distancia suficiente como para no molestar al individuo, una distancia menor de 1.59 m. es inviable, por lo que esta opción se descarta.

3.3. Efecto del vacío en el interior del kayak

En este caso en el que se aspira por tubo y se espira al exterior, esta acción provoca que con cada respiración, disminuya la presión del interior del kayak. Por ello, se debe

estudiar el descenso de presión y cuantas respiraciones puede realizar una persona, antes de que esa disminución de la presión en la burbuja de aire, se lo impida.

En el apartado anterior se ha explicado que un individuo podría respirar, a través de un tubo, estando sumergido aproximadamente un metro de profundidad. Esto supone vencer en un 10%, la diferencia de presión entre el aire que se introduce en el pulmón y la presión que soporta el pecho. En el caso que se está analizando, el pecho se encuentra sumergido unos 50 cm, lo que supone una diferencia de presiones de un 5%, por lo que en el interior del kayak, solamente se podría disminuir la presión en otro 5% más hasta llegar al 10%, a partir del cual, ya no se podría respirar. Todo esto teóricamente.

En este dispositivo se busca la posibilidad de uso en todas las personas y en todos los kayaks, por lo que se ha estudiado el caso más desfavorable. Se ha escogido un kayak de niño, el denominado Fun 1.5, con un volumen de 133 litros. Si se calcula el 5% del volumen de aire que se podría consumir, se obtiene que son 6.65 litros. El volumen de aire que se renueva en un ciclo respiratorio es de 0.5 litros aproximadamente, por lo que las respiraciones posibles serían 13.

Todo lo anterior se fundamenta en cálculos teóricos, por lo que se decide realizar una prueba experimental. En un bidón estanco de 50 litros, se ha insertado una manguera de 20 mm. de diámetro por la que se realizaran las inhalaciones, y también, el manómetro casero que ya se usó en un experimento anterior (ilustración 8). El experimento va a consistir en efectuar aspiraciones profundas por la manguera, provocando así una disminución de la presión interior del bidón, expulsando el aire por la nariz. A la vez se tomará medida de la bajada de presión en el manómetro casero. Esta operación la repetiremos hasta que la fuerza pulmonar nos lo permita.



Ilustración 8: Unión al bidón



Ilustración 9: Instrumento casero para la medición del cambio de presión en un espacio hermético



Ilustración 10: Medición del vacío

Para un volumen de 50 litros, como es el caso del bidón, los litros que se pueden aspirar, teóricamente, son 5 litros, el equivalente a un 10%, lo que supone poder hacer 10 respiraciones normales. En la práctica los resultados han sido los documentados en la tabla 2, se ha hecho varias repeticiones y el resultado final ha sido la media de todas ellas.

Tabla 2: Datos obtenido en la prueba de vacío de un bidón de 50 L.

Respiración	Altura alcanzada en el brazo derecho del manómetro (cm)	Diferencia de altura entre los dos brazos del manómetro (cm)	Procentaje de presión (%)	Presión en el interior del bidón (atm)
1	12	24	-2.4	0.976
2	20	40	-4	0.96
3	24.5	49	-4.9	0.951
4	27	54	-5.4	0.946
5	28.5	57	-5.7	0.943

Como se observa en los resultados, las diferencias con la teoría son notables. Aparte de estos datos, se toma nota de las opiniones de las personas que han realizado las pruebas, las cuales, han destacado, que, a partir de la tercera respiración, les costó un esfuerzo importante realizar las siguientes respiraciones y que la experiencia no fue agradable, ya que al final sintieron sensación de ahogo. Ninguno de ellos pudo superar la sexta respiración.

Con estos datos se ha decidido descartar esta opción, ya que el tiempo de respiración que garantiza, es bajo, y aporta una sensación de ahogo que resulta bastante desagradable, lo que puede aumentar la tensión del individuo.

Ya que las dos propuestas estudiadas, presentan problemas que las hacen inviables, se rechazan. Se opta por la solución de colocar dos tubos, uno se entrada de aire para la

inhalación, y otro de salida de CO₂ para la exhalación. Ambos dispondrán de válvulas antiretorno para que no se mezcle el flujo de aire.

4. Diseño del dispositivo

En este apartado se van a exponer y describir las diferentes alternativas que se han considerado para cada elemento que conforma el dispositivo. Para el diseño de este sistema, no sólo se ha buscado un buen diseño que cumpliera con los objetivos que se habían propuesto, sino que se ha pensado en la utilización de productos estándar ya existentes en el mercado, de manera que se abaratara el coste del producto final.

Las piezas estándares existentes en el mercado, no requieren explicación, simplemente se ha pensado en ellas conforme se avanzaba en el diseño del dispositivo. Se ha requerido una inversión de tiempo importante para la búsqueda del que, al final, se ha considerado el material más adecuado y con las medidas óptimas para su mejor desempeño.

Son las distintas partes y piezas diseñadas en exclusividad, las que se van a presentar y exponer. Estas piezas fueron evolucionando y sufriendo modificaciones, que solventaban los distintos problemas que surgían conforme el proyecto iba tomando forma y avanzando. Se usará el programa de diseño Solid Works, que las mostrará en 3D, lo que facilitará su explicación y la comprensión de su función.

Hay que remarcar que en el desarrollo de este dispositivo, se han cometido errores de diseño, que han sido solventados con su rediseño, y a veces en varias ocasiones. Lo que se quiere decir con esto, es que, las piezas que se van a presentar más adelante, son el resultado final y las que se han considerado más efectivas. En el caso de alguna pieza, también se mostrarán todas las alternativas que se manejaron.

4.1. Piezas de diseño propio

En este apartado se van a exponer y describir las piezas que han tenido que ser diseñadas y desarrolladas en su totalidad para este dispositivo. Todas estas piezas serán

fabricadas, por el proceso de moldeo por inyección, en acrilonitrilo butadieno estireno o ABS

4.1.1. Cámara

Esta es la pieza fundamental del dispositivo, y en donde tienen que encajar el resto de componentes. Sus medidas y diseño, han variado en muchas ocasiones, siempre con el objetivo final de que su funcionalidad, no se viese afectada con la búsqueda de la mayor reducción de tamaño posible.

En esta pieza, acaba el aire que circula por los tubos conectados al interior del kayak, tanto el inspirado, como el espirado. Desde esta pieza, y a través de una boquilla de buceo, es desde donde el usuario podrá respirar. También será en esta pieza, donde se acumule el agua cuando se sumerja al sufrir un vuelco, agua, que deberá ser expulsada antes de poder iniciar las respiraciones. Es por todo esto, que esta cámara está obligada a ser la pieza principal, donde todas las demás deben encajar.

Aunque esta sea la primera pieza que se diseñó y fuera el punto de partida para el resto del dispositivo, ha sufrido muchas variaciones. Prácticamente todas las modificaciones que sufrían el resto de las piezas, implicaba un cambio en la cámara, por lo que ha acabado siendo la última pieza en dimensionarse.

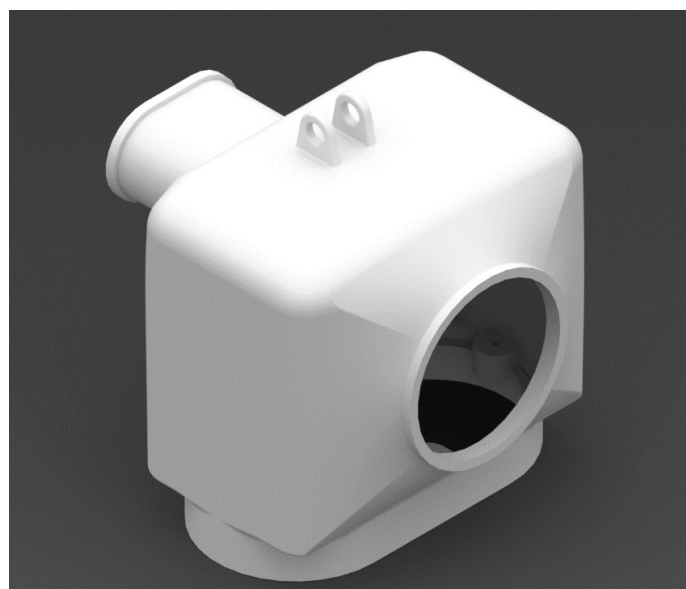


Ilustración 11: Render de la cámara

La cámara es un prisma rectangular hueco, en donde confluyen el resto de las piezas. En la parte frontal tiene un orificio circular donde debe encajar la válvula de purga. En la parte trasera hay una salida con forma de cápsula que se adapta la forma de la boquilla de buceo. En la parte superior se encuentra la base que sujeta el soporte para la pinza de nariz. Por último, en la parte inferior está el hueco para la base de los tubos. También tiene un faldón que lo rodea para proteger la unión y en el que hay un tope para esta base.

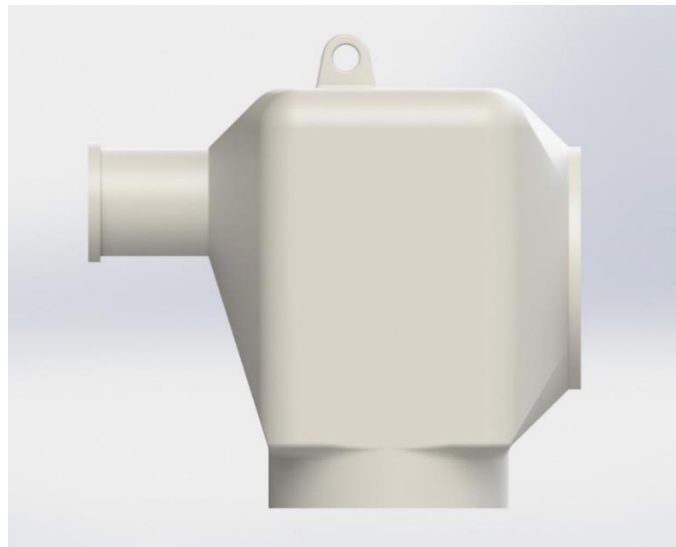


Ilustración 12: Render de la vista lateral de la cámara

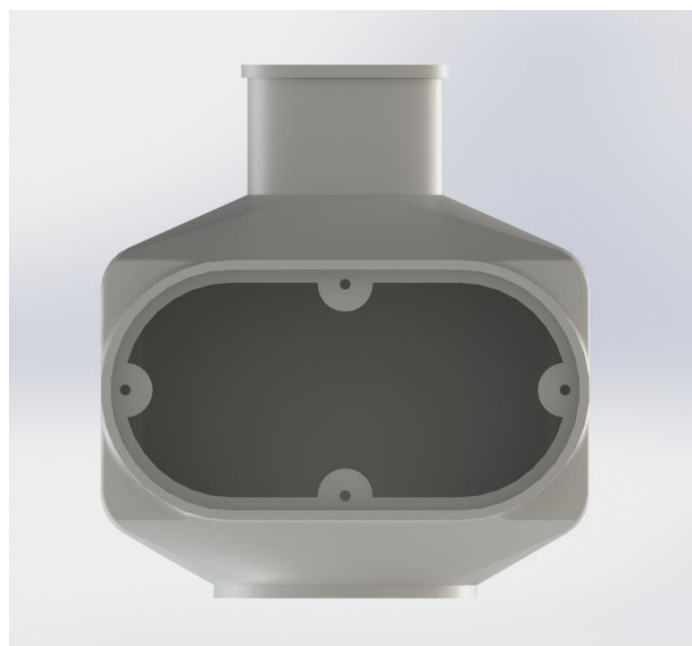


Ilustración 13: Render de la planta de la cámara

Sus medidas definitivas han sido 70mm de altura, 75mm de anchura y una profundidad de 62mm.

4.1.2. Base de tubos

La idea inicial era la de usar un solo tubo para el aire, pero después de realizar los estudios pertinentes, esta fórmula fue descartada. Se produjo la necesidad de usar dos tubos con flujos de aire en direcciones contrarias, lo que implicaba la utilización de válvulas antirretorno en dichos tubos. Esto produjo un aumento en el diámetro de los tubos y por lo tanto un rediseño total de esta pieza.

El diseño de esta base tiene como función principal, la sujeción de los tubos por medio de bridas a la pieza y que esta, a su vez, sea atornillada a la cámara, fijando y asegurando la unión de estas piezas. Hay que dar importancia a esta pieza, ya que se considera esta unión entre tubos y cámara, la parte más delicada del dispositivo. Es donde se ejercerán las mayores fuerzas externas.

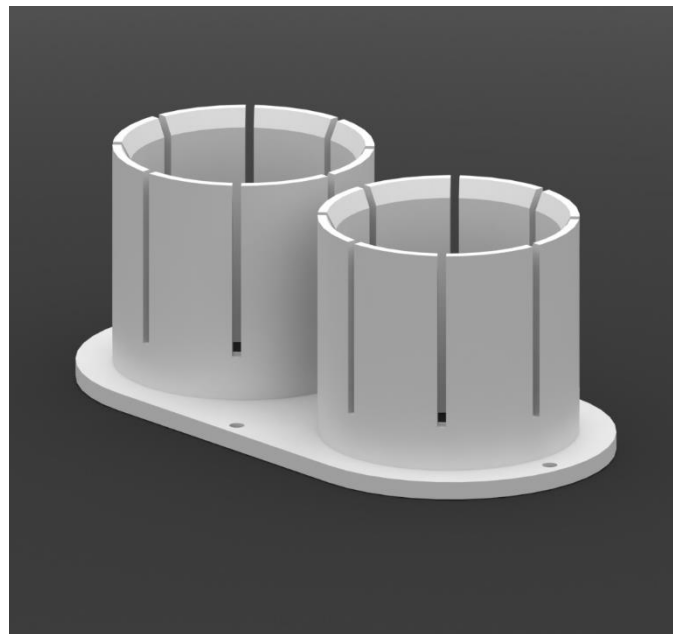


Ilustración 14: Render de la base de tubos

Se trata de una base plana con forma de cápsula, en donde se incrustan dos cilindros huecos acabados en chaflán, con unos cortes verticales para una mejor sujeción de los tubos de respiración.

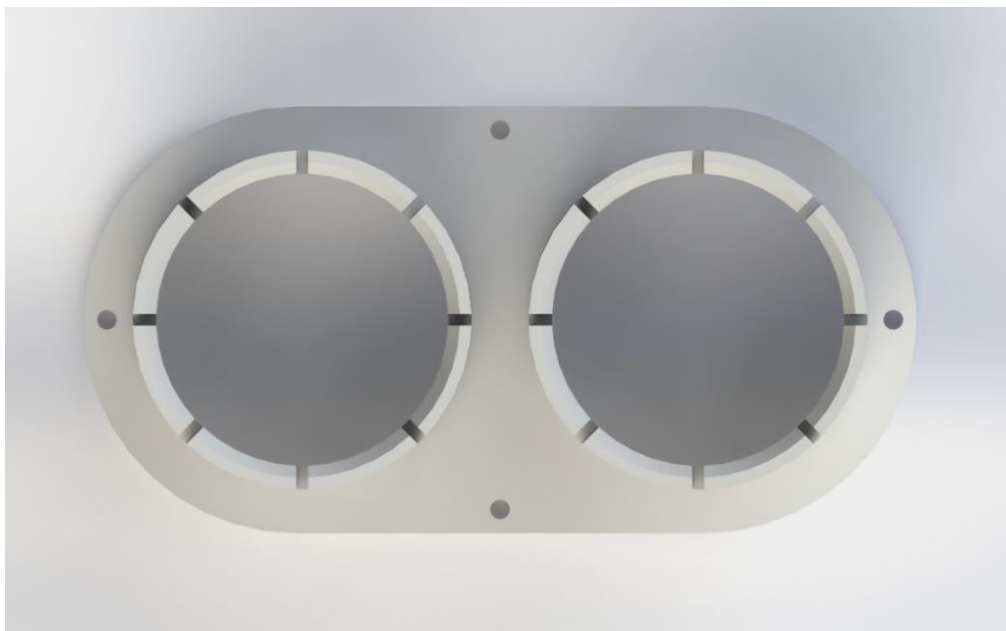


Ilustración 15: Render de la planta de la base de tubos

Sus medidas definitivas han sido 27mm de altura, 71,6mm de anchura y una profundidad de 36,6mm.

4.1.3. Válvulas antirretorno

Estas piezas no entraban en los planteamientos iniciales, pero se hacen imprescindibles una vez que se decide la utilización de dos tubos con flujos de aire en direcciones contrarias.

Se ha pensado en distintos modelos y en distintos sistemas. En primer lugar, se trabajó haciendo bocetos a mano, dibujando absolutamente todas las ideas para sistemas de válvulas que se visualizaban. Tras estudiar los pros y los contras de cada una de ellas, se fueron cribando hasta llegar a únicamente dos modelos. Estos sí se plasmaron en Solid Works. El primer modelo, se basa en un pistón que sube con la presión que ejerce el flujo de aire, y este sale por las aberturas que deja el pistón al subir (ilustración 14). El segundo modelo, es una base perforada, donde una membrana elástica, que se sujeta en su centro, cede a la presión del flujo de aire y deja que escape (ilustración 15).

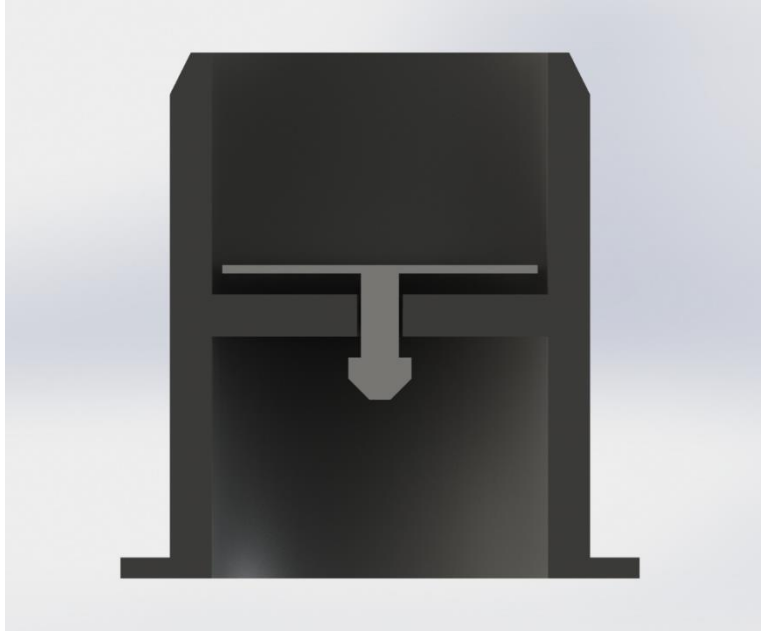


Ilustración 16: Modelo 1 de la válvula antirretorno

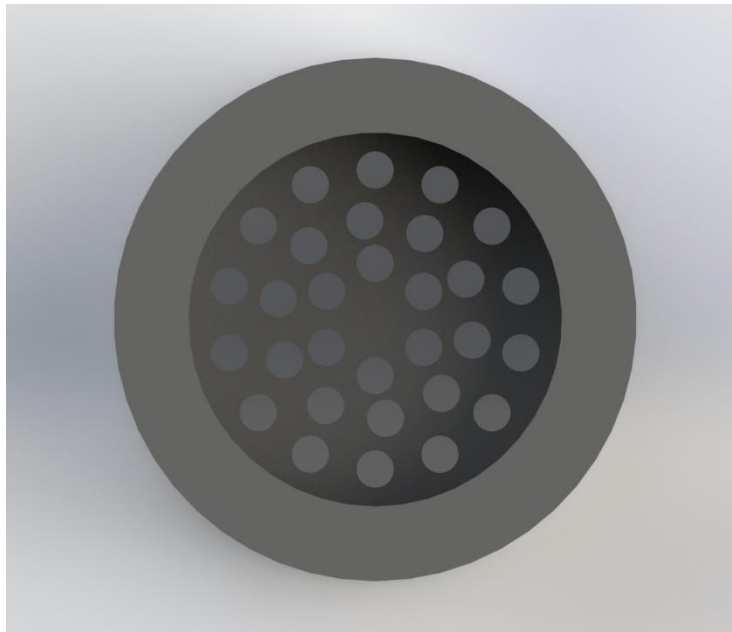


Ilustración 17: Modelo 2 de la valvula antirretorno

Se decide elegir el primer modelo (ilustración 14). También se piensa, a la hora de su diseño, en que se pueda montar en los dos tubos y en que sea eficaz en ambas direcciones del flujo de aire. Esto supondría un ahorro a la hora de su producción.

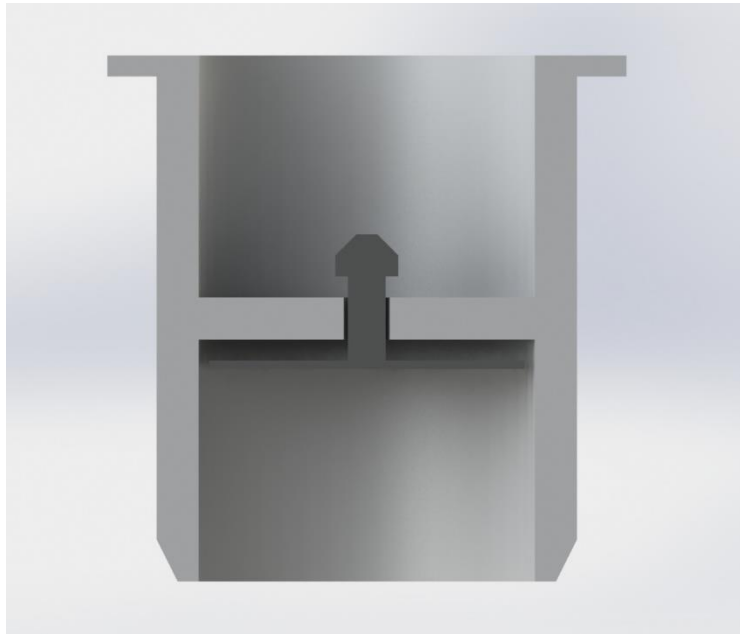


Ilustración 18: Render de la sección del modelo 1 de la válvula antirretorno

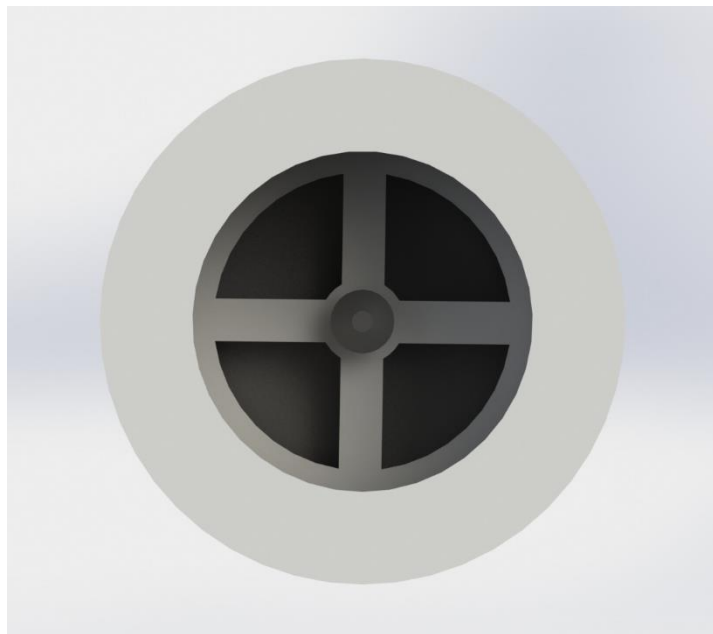


Ilustración 19: Render de la planta del modelo 1 de la válvula antirretorno

Tras el prototipado de esta válvula en impresión 3D, se constata que no es una pieza funcional y se decide sustituir el pistón por una fina membrana. Por lo que el producto final, resulta siendo un híbrido de las dos piezas seleccionadas.



Ilustración 20: Planta del prototipo del modelo 1 de la válvula antirretorno



Ilustración 21: Prototipo del modelo 1 de la válvula antirretorno

Esta pieza, es un cilindro hueco con una base más ancha para que el tubo apoye. En el centro del cilindro hay una cruceta donde se apoya y se sujeta una membrana de látex.

Sus medidas definitivas han sido 25mm de altura, y 20mm de diámetro.

4.1.4. Válvula de purga

Cuando el Kayak vuelca, el dispositivo que va sujeto al chaleco del usuario, se sumerge y la cámara se inunda de agua. Este agua, se debe desalojar antes de iniciar las respiraciones. Esta es la finalidad de una válvula de purga, mediante una primera y fuerte exhalación de aire, el agua es empujada contra la válvula y esta se abre evacuando en agua de la cámara.

Este diseño fue posterior al de las válvulas antirretorno, se eligió el mismo sistema y por lo tanto tubo el mismo fallo. La solución también fue la misma, se sustituyó el pistón por una membrana. Ha sido necesaria la eliminación de la cruceta superior y su sustitución por una tapa, que debe montarse después de que la válvula ya este fijada a la cámara. Evidentemente, dado que la función de esta válvula es expulsar toda el agua de la cámara de una sola vez, su tamaño es bastante mayor, y se debe situar en la parte frontal de la cámara, donde la presión de la exhalación es más directa.

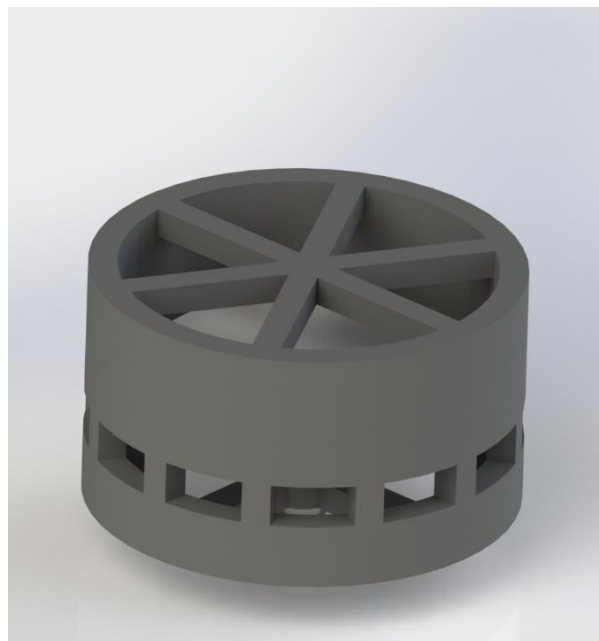


Ilustración 22: Render de la válvula de purga con cruceta superior

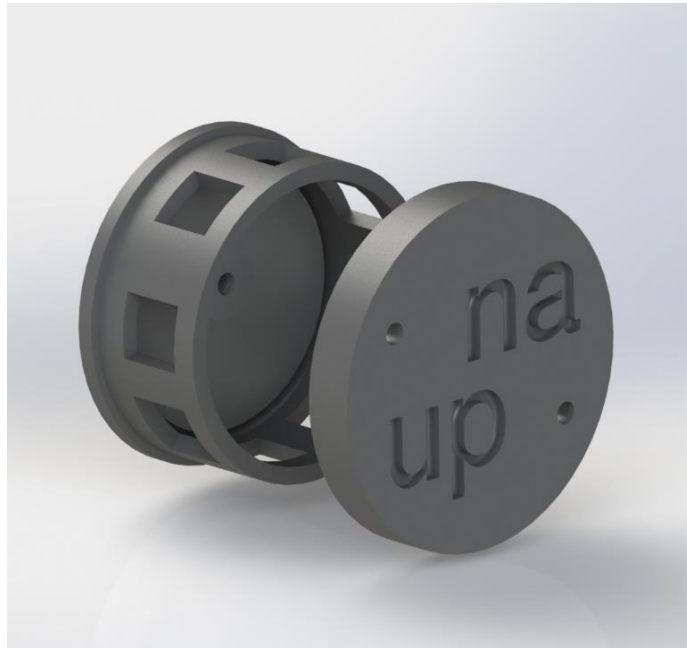


Ilustración 23: Render de la válvula de purga con tapa

Esta pieza es un cilindro hueco cuya base es una cruceta donde se apoya y se sujeta una membrana de látex. La pared del cilindro tiene 8 ventanas que permiten la purga del agua. Finalmente, esta pieza se remata atornillando una tapa independiente con el logotipo de la UPNA.



Ilustración 24: Render frontal de la válvula de purga con tapa

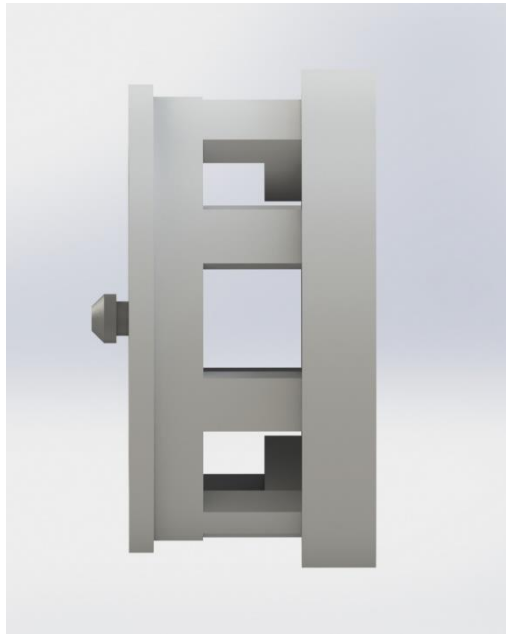


Ilustración 25: Render de la vista lateral de la válvula de purga con tapa



Ilustración 26: Render de la planta de la válvula de purga con tapa

Sus medidas definitivas han sido 20mm de altura, y 36mm de diámetro.

4.1.5. Jaula y esfera

Se daba casi por finalizado el proyecto, cuando se presentó una nueva incidencia. No se había pensado que, cuando se realiza la primera exhalación para purgar el agua de la cámara, esta podría entrar en uno de los tubos de respiración, concretamente en el que conduce el flujo de aire de salida. Esa agua, quedaría retenida en el interior del tubo, inhabilitando su cometido.

Era necesario buscar una solución que impidiera el paso del agua al tubo de respiración, pero no impidiera la evacuación del agua por la válvula de purga. La solución nos la dio el principio básico del snorkel de los primeros submarinos, una esfera, con alta flotabilidad, que encajara y cerrara herméticamente el tubo, cuando la cámara se inundara de agua, y que dejara de hacerlo cuando el agua ya ha sido expulsada y en la cámara solamente haya aire.

Se diseñaron tres modelos. Dos de ellos, son prácticamente iguales, una esfera hueca de un diámetro de 20mm, que cierra perfectamente la entrada de la válvula antirretorno del tubo de respiración, que tiene un diámetro de 16mm, y una jaula que le obliga a tener el movimiento vertical que interesa. La diferencia entre estos dos modelos, está en la fijación de la jaula, una está fijada en la base de los tubos de respiración (ilustración 26), y la otra está fijada en la parte superior de la cámara (ilustración 27). El tercer modelo es un péndulo sujeto a la base de los tubos de respiración, que cierra la entrada de la válvula con una semiesfera hueca (ilustración 25).

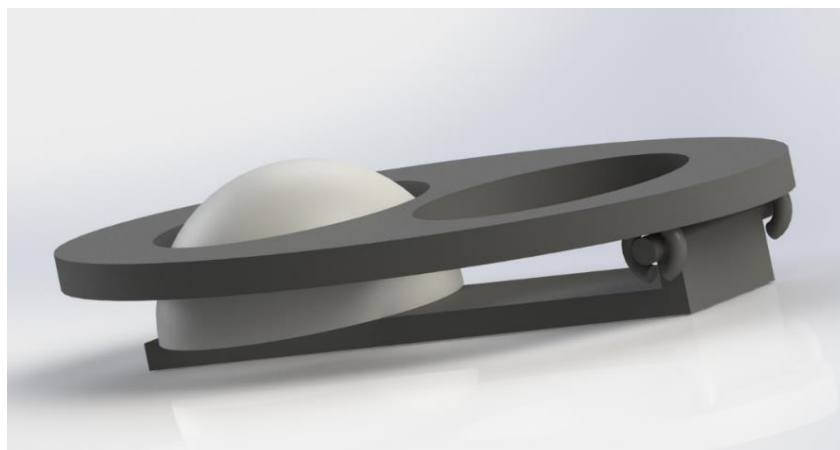


Ilustración 27: Render modelo 1 sistema snorkel



Ilustración 28: Render modelo 2 sistema snorkel

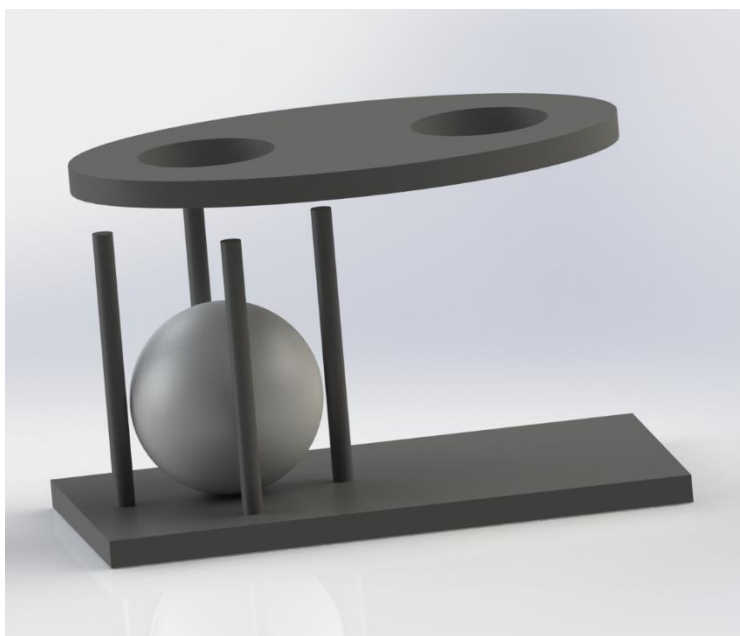


Ilustración 29: Render modelo 3 sistema snorkel

La opción elegida fue finalmente la esfera con la jaula fijada en la base de los tubos de respiración (ilustración 26), ya que su montaje resulta más fácil que el de los otros dos modelos.

Este sistema está compuesto por dos piezas en forma de U de sección rectangular, que se colocan formando una cruz en su parte superior creando una jaula. En el interior de esta quedará encerrada una esfera hueca de diámetro 20 mm.

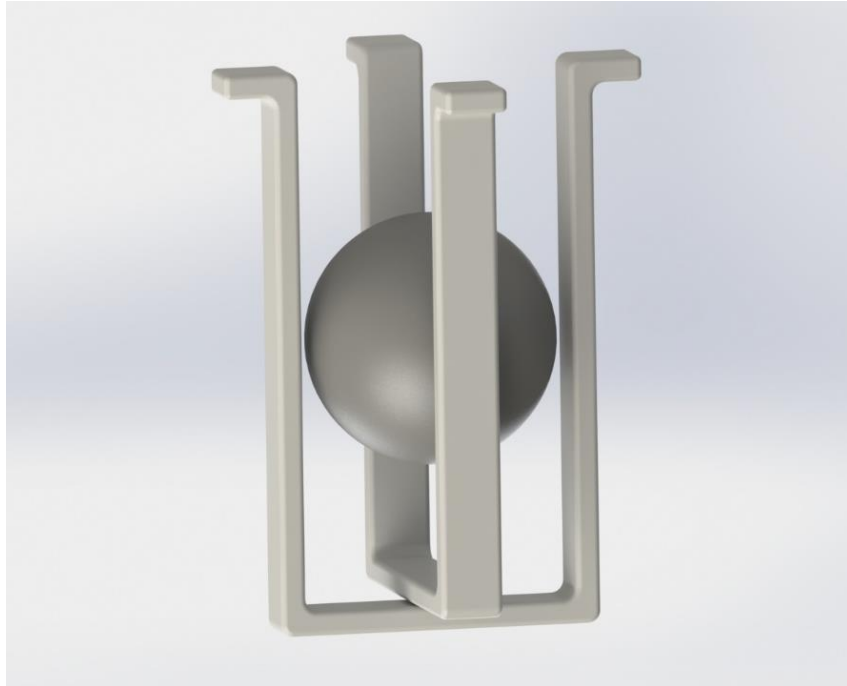


Ilustración 30: Render modelo final de jaula y esfera

Las dimensiones totales de esta jaula son 45.5mm de altura, 26mm de anchura y una profundidad de 26mm.

4.1.6. Soporte para pinza

Cuando se produce el vuelco con el kayak, la posición del cuerpo es invertida, y se produce una sensación muy desagradable cuando el agua intenta introducirse por las fosas nasales, aumentando el estado de tensión que ya de por sí produce el vuelco. Se ha creído conveniente la incorporación de un soporte para una pinza de nariz que la tapone. La pieza que se presenta a continuación, no tiene otra función que servir de soporte para esta pinza.

Se ha consultado en páginas web de dibujo, y en ellas, hemos obtenido las proporciones y las medidas estándar de las narices tanto de hombre, como de mujer, y con estos

datos, se ha intentado mediar para obtener una pieza que respete unas medidas lo más universales posibles.

Se le ha dado mucha importancia, a que esta pieza no represente una molestia y un impedimento añadido a la hora de colocarse el dispositivo en la boca. Para eso se ha diseñado de forma que pueda abatirse completamente hacia atrás, pero no hacia adelante, ya que si fuera así, impediría su correcta colocación.

De esta pieza, también se han diseñado varios modelos, en esta ocasión, el baremo para realizar la elección ha sido simplemente su estética.



Ilustración 31: Render modelo 1 soporte para pinza



Ilustración 32: RRender modelo 2 del soporte para pinza

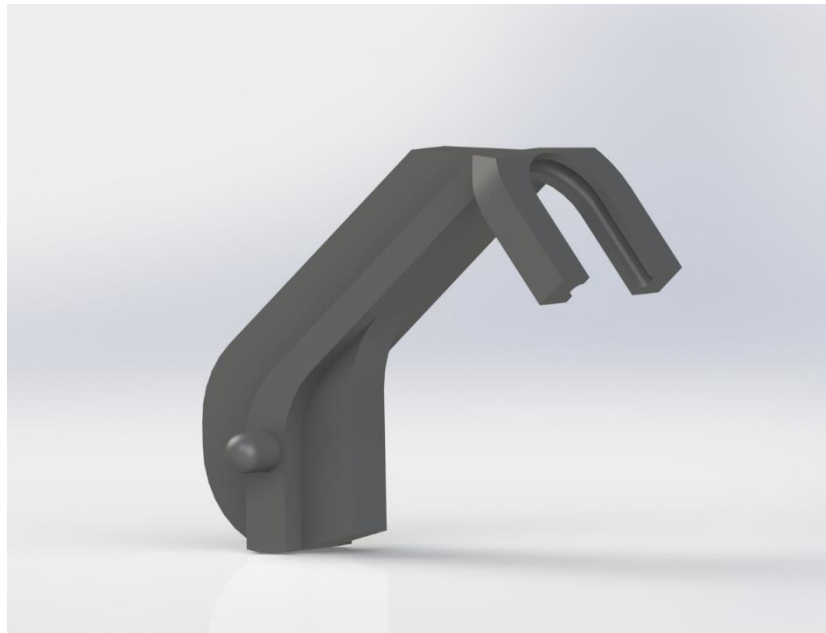


Ilustración 33: Render modelo 3 del soporte para pinza

La pieza finalmente elegida es un elemento macizo que ha mitad de pieza tiene una inclinación que imita la forma de la nariz. La parte superior tiene una forma curva con una guía donde se fijará la pinza de la nariz (ilustración 29).



Ilustración 34: Render modelo 1 del soporte para pinza



Ilustración 35: Render frontal del modelo 1 del soporte para pinza



Ilustración 36: Render lateral del modelo 1 del soporte para pinza

4.2. Piezas compradas

En este apartado se hablará de los artículos de los que no ha sido necesario, ni su diseño, ni su fabricación, porque ya están en el mercado. Su búsqueda ha sido laboriosa y se ha centrado, sobre todo, en la eficacia del material, en encontrar las medidas óptimas y, por último, en el precio.

4.2.1. Boquilla de regulador de buceo

En un principio, se pensó en diseñar una boquilla, que aparte de su función, pudiera incluir un sistema que lograra pinzar la nariz con la fuerza de la mordida de la mandíbula.

Un diseño se basó en un mecanismo de tenaza que unía la boquilla y la pinza. Al morder, las mandíbulas accionaban un mecanismo de tenaza que ejercería una presión sobre la pinza de la nariz.

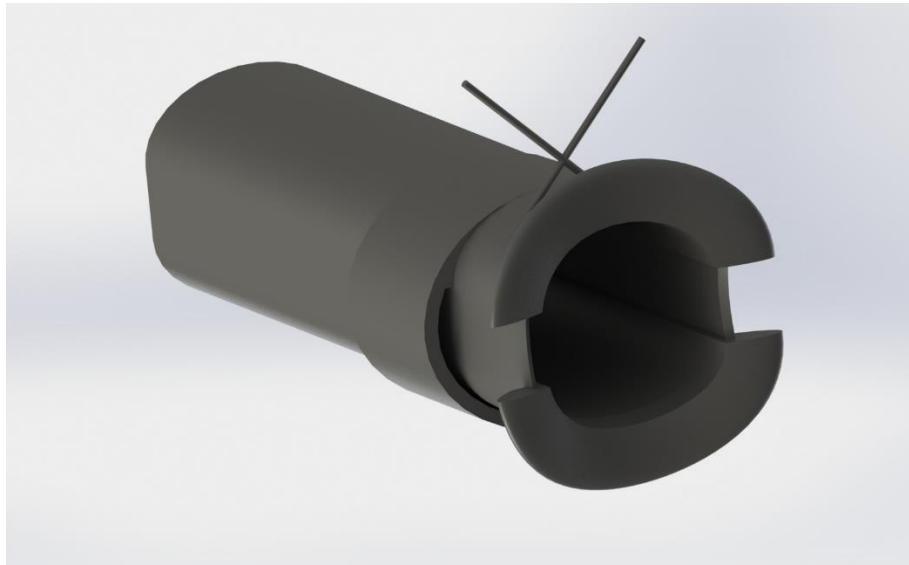


Ilustración 37: Render modelo 1 de boquilla

El otro diseño se basó en un mecanismo de balancín. Los dientes morderían una placa accionando un balancín que empujaría la pinza hasta su posición en la nariz.

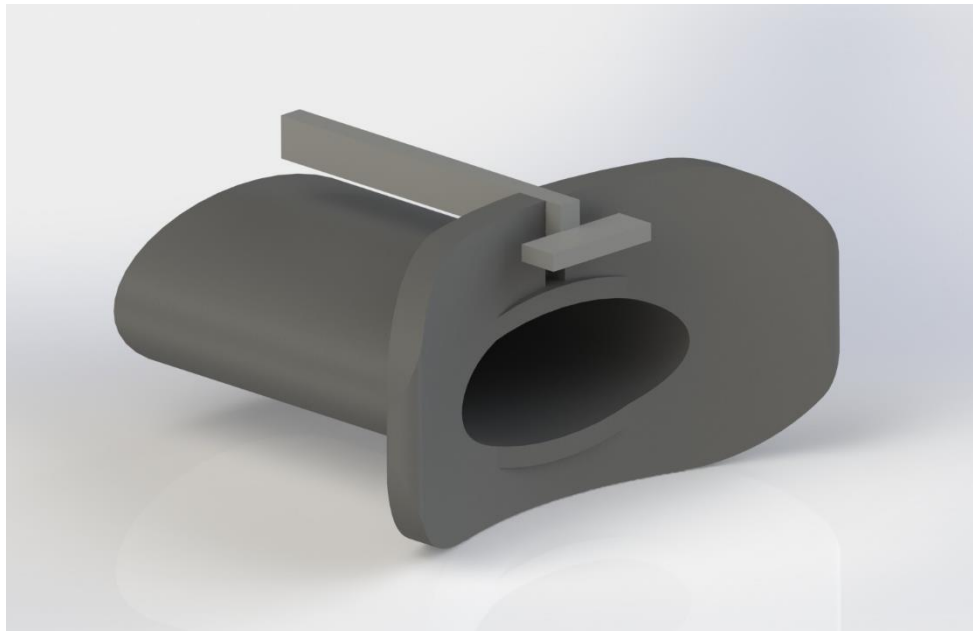


Ilustración 38: Render modelo 2 de boquilla

Estos diseños no tuvieron éxito y se canceló su desarrollo. Al olvidar este objetivo, la boquilla paso a tener solo su función original. Esto llevo a la búsqueda de una boquilla estándar en el mercado.

Tras el estudio de diferentes tipos de boquillas, se llegó a la conclusión de que la mejor opción es la boquilla de regulador de buceo. Esta se adquiere directamente en una tienda de deporte.



Ilustración 39: Boquilla de regulador de buceo (10)

4.2.2. Tubo corrugado

Inicialmente el proyecto contemplaba el uso de un solo tubo para la respiración. Se hizo pruebas con mangueras de riego de diferentes diámetros y longitudes. Tras la prueba de respirar a través de ellas, se llega a la conclusión de que la manguera óptima para nuestro objetivo, tiene un diámetro interno de 17mm, y un diámetro externo de 21mm., aunque también se pudiera respirar bien con diámetros menores.

Una vez realizados los estudios oportunos, la opción de utilizar un solo tubo para respirar queda rechazada. La nueva opción es el uso dos tubos, esto implica la introducción de válvulas, lo que obliga a aumentar el diámetro del tubo. Este aumento del diámetro en la manguera provoca que pierda flexibilidad y sea más rígida, por lo que este material deja de ser el idóneo.

Teniendo en cuenta las nuevas exigencias en cuanto a tamaño, la nueva búsqueda conduce a las mangueras de aspiración de aire y los tubos corrugados de PVC para el

cableado eléctrico. Estos productos pierden fuerza respecto a la manguera de riego, pero a pesar de aumentar su diámetro mantienen una gran flexibilidad.

La elección final ha sido el tubo corrugado de PVC de 20mm. de diámetro interior y 25mm. de diámetro exterior. Este se adquiere en una tienda de bricolaje.



Ilustración 40: Tubo corrugado de PVC (11)

4.2.3. Pinza de nariz

Sobre este artículo no hubo mucha opción. Solamente este modelo de pinza de nariz, para natación sincronizada, que tiene un puente curvo y de acero inoxidable, es viable para el acople a la pieza soporte para la pinza de la nariz. Este se adquiere en una tienda de deporte.



Ilustración 41: Pinza para nariza de natación sincronizada (12)

4.3. Montaje

En este apartado se va a indicar como realizar el montaje del dispositivo de respiración. El orden más lógico para realizarlo podría ser el que se relata a continuación.

En primer lugar, se debe introducir las válvulas antirretorno en el extremo del tubo de respiración, teniendo en cuenta que cada una de ellas va en un sentido. Se verificará que las válvulas estén bien sujetas y no tengan movimiento.



Ilustración 42: Unión de las válvulas antirretorno y los tubos de respiración

En segundo lugar, se une la jaula a la parte de la base de tubos opuesta a los cilindros, haciendo coincidir la esfera con la entrada del cilindro, tal y como se muestra en la ilustración 39.

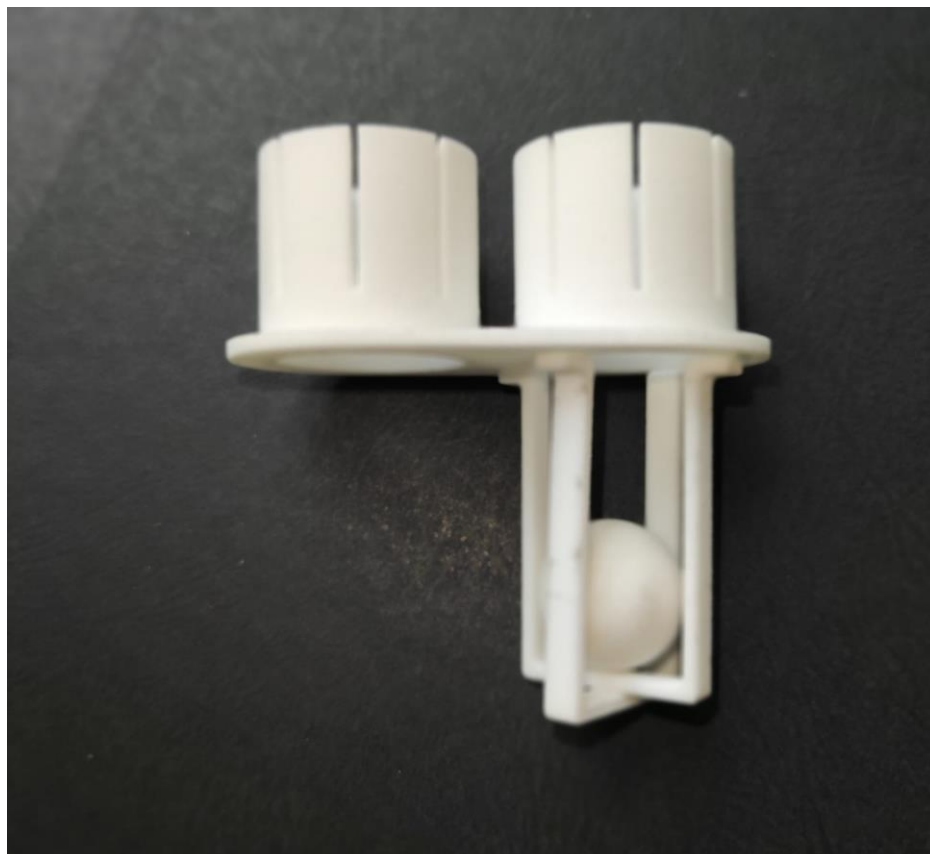


Ilustración 43: Unión de la jaula y la esfera con la base de tubos

En tercer lugar, se introducen los tubos con las válvulas antirretorno en los cilindros de la base de tubos. Se tiene que tener en cuenta que, el tubo reservado para la salida de aire, debe coincidir con el cilindro unido la jaula. Se usarán bridas de nylon de 4.8 x 120 mm para fijar la sujeción entre el tubo y la base de tubos.

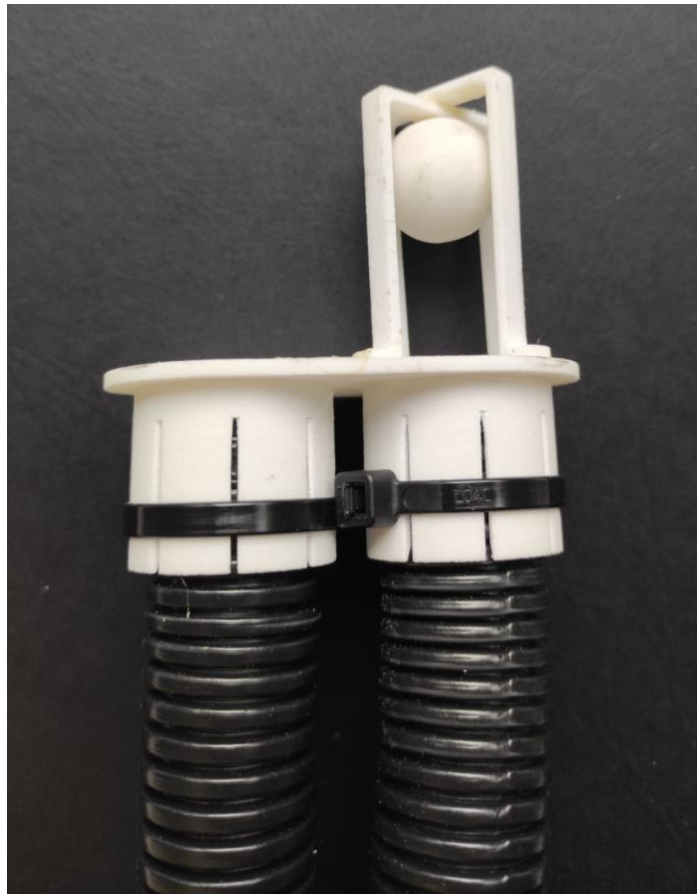


Ilustración 44: fijación de los tubos de respiración y la base de tubos

En cuarto lugar, se une la válvula de purga con la cámara, teniendo en cuenta la posición exacta para que el logotipo de UPNA de la tapa quede en su posición correcta. Se atornillará la tapa a la válvula de purga, con tornillos para plástico de 2x10 mm, en las torretas que han sido diseñadas a tal fin.

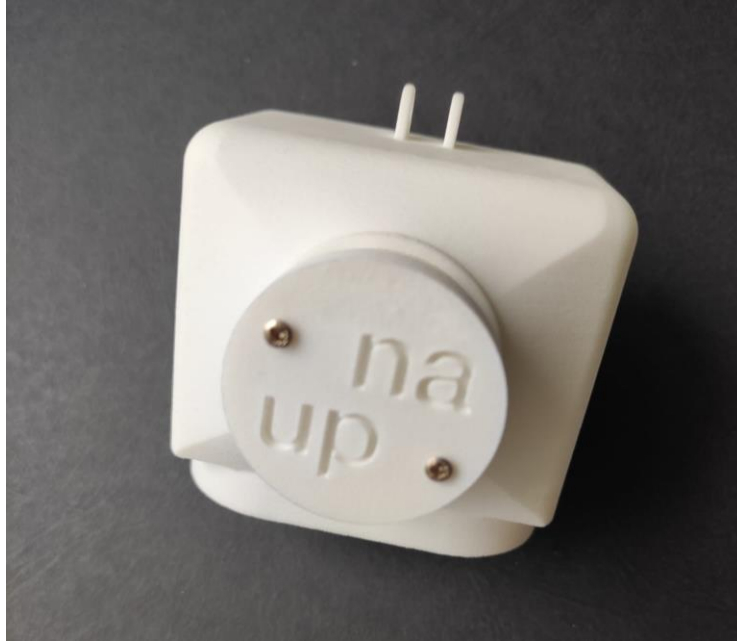


Ilustración 45: Unión de la válvula de purga y la cámara

En quinto lugar, se coloca una junta tórica de goma en la base de tubos, tal y como se muestra en la ilustración 42, para asegurar una unión estanca con la cámara. A continuación, se fijarán la base de tubos y la cámara, usando el mismo tipo de tornillo que se han utilizado antes.



Ilustración 46: Colocación de la junta torica en el prototipo de la base de tubos



Ilustración 47: Atornillado de la base de tubos y la cámara del prototipo

En sexto lugar, se debe unir la pinza de la nariz de natación sincronizada, con la pieza que se ha diseñado para su soporte. Para ello se coloca el puente de la pinza en la guía de la pieza y se pega con un cordón de cianoacrilato y bicarbonato sódico.

En séptimo lugar, se encaja el soporte para la pinza en la base que se encuentra en la parte superior de la cámara, mediante un bulón que se ha preparado para tal fin y que ajusta perfectamente con dicha pieza.



Ilustración 48: Colocación del soporte para pinza y cámara del prototipo

Por último, se coloca la boquilla de regulador de buceo en la cámara y una vez en la posición correcta se fija con una brida.

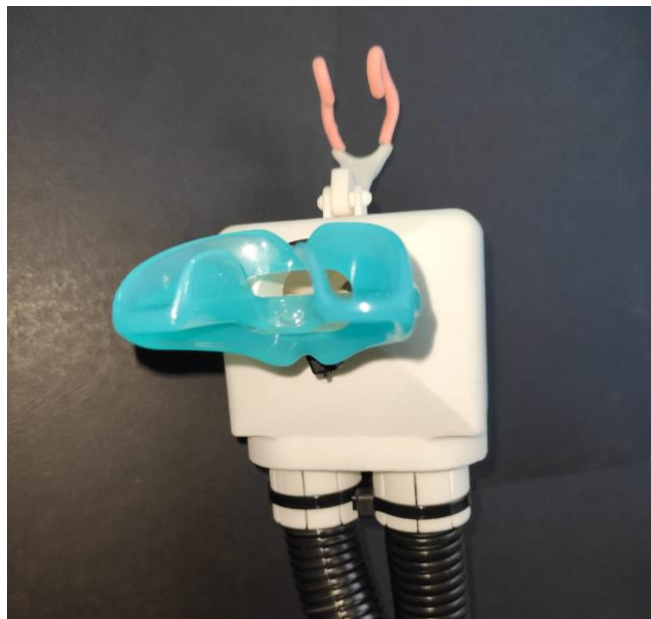


Ilustración 49: Colocación de la boquilla de buceo en la cámara del prototipo

5. Conclusiones

La primera conclusión y la más importante, es que se ha logrado el objetivo principal de este proyecto. Se ha conseguido diseñar un dispositivo de respiración, que aporta seguridad en la realización de la maniobra del esquimotaje y en su entrenamiento y aprendizaje. Los estudios teóricos y pruebas reales llevados a cabo, que han afirmado unas teorías y han rechazado otras, han obligado a cambiarla dirección de este proyecto, modificando la prioridad de algunos objetivos.

Una vez finalizado el dispositivo se conoce que no todos los objetivos iniciales se han conseguido en su totalidad, ya sea por incompatibilidad con otros aspectos, porque ese objetivo se ha convertido en una necesidad secundaria o porque no era viable llevarlos a cabo.

A continuación, se analizará el nivel de éxito conseguido por objetivo concreto y se ofrecerá una opinión individualizada de cada uno de ellos.

En referencia al objetivo, evitar incorporar aparatos electrónicos o de compresión, decir que es uno de los puntos importantes que se ha conseguido en su totalidad. Se ha logrado evitar utilizar aparatos electrónicos o de compresión, ya que, gracias a los estudios realizados, se ha demostrado que no eran necesarios para la obtención del aire. Todas las piezas utilizadas funcionan mecánicamente y sin necesidad de ningún aporte de energía eléctrica.

Gracias al logro del objetivo anterior, también se ha conseguido íntegramente el objetivo, intentar que el impacto medioambiental de su uso sea el mínimo.

Hablando del objetivo, optimizar el tamaño del dispositivo, se debe decir que, en mi opinión, no se ha logrado en su totalidad, ya que, a pesar de no ser un modelo grande, han surgido necesidades en el proceso, como es la obligación de utilizar dos tubos de respiración, que han provocado un aumento en su tamaño con respecto a la idea original.

Este inconveniente ha influido levemente en la consecución del objetivo, conseguir una rápida colocación en el momento de su uso. En la búsqueda de una rápida colocación en el momento del uso, su tamaño entorpece un poco algún movimiento. A pesar de ello no afecta lo suficiente y su colocación sigue siendo fácil y rápida.

Hay que puntualizar que el objetivo, optimizar el consumo del aire del interior del kayak, que ha sido una de la mayor prioridad de este diseño. Ha sido la importancia de su logro, lo que nos ha conducido a un aumento de tamaño del dispositivo. Tras la realización de las pruebas, se ha debido rechazar el uso de un solo tubo para la respiración. La solución ha estado en usar un tubo más. Esto ha permitido que el CO₂ que se expulsa, se dirija al interior del kayak mezclándose con el resto del aire, lo que ha provocado que el porcentaje de concentración de este fuese mucho menor, permitiendo poder respirar más y durante más tiempo.

Cumplir el objetivo, automatizar el flujo de aire, se ha conseguido gracias a este sistema de respiración de dos tubos. Se ha logrado utilizando válvulas antirretorno, que solo permiten el flujo del aire en un sentido. Por el mecanismo antirretorno y el sistema de snorkel, ya no es necesario que el usuario tenga que activar o desactivar manualmente el flujo del aire, ya que esta función, se produce de manera automática.

Hacer desmontable el dispositivo y crear accesorios que lo complementaran, para la realización de diferentes actividades, eran objetivos de este proyecto que han sido relegados por haber pasado a un segundo plano. Aun así, el diseño de este dispositivo permite la posibilidad de que en un futuro se pueda retomar su estudio.

Evitar la perforación de la embarcación o el cubre bañeras, ha sido otro objetivo cumplido. Se ha conseguido, que el uso de este dispositivo sea posible en todos los kayaks de manera sencilla, ya que no es necesario hacer orificios ni en el kayak, ni en el cubrebañeras, La cabeza del dispositivo se engancha con velcro a la parte superior del chaleco salvavidas y gracias a la flexibilidad del tubo, este puede bajar por el interior del cubrebañeras e introducirse en la bañera del kayak sin ningún problema.

La conclusión final, se puede resumir en que, estamos muy satisfechos con el grado de cumplimiento de los objetivos marcados en el planteamiento inicial del proyecto. Si

bien es verdad, que no todos los objetivos se han conseguido en su totalidad, hay que decir, que otros, los más importantes, no sólo se han logrado, sino que se han superado las expectativas originales. Diremos entonces que, en términos generales, el balance ha sido muy positivo.

Bibliografía

1. **NordesKayak.** Kayak Sur. [En línea] 9 de Julio de 2019. [Citado el: 7 de Mayo de 2021.] <https://www.kayaksur.es/los-origenes-del-kayak-de-mar-y-los-inuits/>.
2. **TodoKayak.** Blog de Kayaking. [En línea] 11 de Septiembre de 2020. [Citado el: 9 de Mayo de 2021.] <https://www.todokayak.com/blog/maniobra-de-esquimotaje/>.
3. **Arima, John D. Heath y E.** *Eastern Arctic Kayaks HISTORY, DESING, TECHNIQUE.* s.l. : University of Alaska Press, 2004. pág. 176.
4. **Grondona, Martin.** Kayak de mar Cadiz. [En línea] Marzo de 2018. [Citado el: 15 de Mayo de 2021.] <http://www.kayakdemarcadiz.es/wp-content/uploads/2017/01/Esquimos-Sweep-Rol-C-to-C.pdf>.
5. **Sprinkle, Tim.** Paddling. [En línea] [Citado el: 15 de Mayo de 2021.] <https://paddling.com/learn/know-your-rolls>.
6. **NRS.** [En línea] [Citado el: 15 de Mayo de 2021.] <https://www.nrs.com/learn/pawlata-extended-paddle-roll>.
7. **Kayarchy.** [En línea] [Citado el: 15 de Mayo de 2021.] <https://www.kayarchy.co.uk/html/02technique/002rollingyourkayak/001learning.htm>.
8. **Knörr, Javier.** *El kayak de mar.* Barcelona : Icaria, 2000.
9. **Goldstein, Walter Lewin y Warren.** *Por amor a la física: del final del arco iris a la frontera del tiempo. Un viaje a través de las maravillas de la física.* s.l. : Debate.
10. **Decathlon.** [En línea] [Citado el: 25 de Mayo de 2021.] https://www.decathlon.es/es/p/boquilla-de-regulador-de-buceo-scd-monodensidad-mujer-nino-azul/_/R-p-148760?mc=8385469&c=AZUL.

11. ilumitec. [En línea] [Citado el: 25 de Mayo de 2021.]
<https://www.ilumitec.es/tubo-corrugado-flexible-artiglas>.

12. decathlon. [En línea] [Citado el: 25 de Mayo de 2021.]
https://www.decathlon.es/es/search?Nes=pinza%20nariz&max_files=50.

ANEXOS



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 216 575**

⑤① Int. Cl.⁷: **B63C 11/18**
B63C 11/16
B63C 9/00

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- ⑧⑥ Número de solicitud europea: **99952723 .7**
⑧⑥ Fecha de presentación: **05.11.1999**
⑧⑦ Número de publicación de la solicitud: **1127001**
⑧⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **29.08.2001**

⑤④ Título: **Medidas de seguridad para kayacs y otras embarcaciones.**

③⑩ Prioridad: **06.11.1998 GB 9824443**

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.10.2004

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.10.2004

⑦③ Titular/es: **Ian Green**
35 Lillian Avenue, Acton
London W3 9AN, GB

⑦② Inventor/es: **Green, Ian y**
Brown, Graham

⑦④ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 216 575 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Medidas de seguridad para kayacs y otras embarcaciones.

La invención presente se refiere a medidas de seguridad para kayacs y otras embarcaciones flotantes; y más particularmente trata problemas que se relacionan con el vuelco o la zozobra.

En esta memoria se utiliza el término kayak de modo que incluye no sólo kayacs derivados del tipo tradicional, que tuvo su origen en el círculo polar ártico, sino también canoas canadienses de competición, que tienen el estilo del kayak al tener una cubierta cerrada. Éstas contrastan con la canoa india americana tradicional, que es totalmente abierta y cuenta o no con una pequeña zona de cubierta, y no presenta grandes problemas cuando vuelca. No obstante, el invento es aplicable también a otras embarcaciones flotantes, tales como los botes de vela que atrapan o encierran una cantidad de aire en estado invertido o volcado y en los que el usuario puede quedar atrapado en el aparejo cuando ocurre un vuelco.

El problema actual de la embarcación de estilo kayak es que, si vuelca, el remero puede tener dificultades para salir mientras aquélla está invertida. El problema se agudiza particularmente cuando el remero usa una cubierta de salpicaduras, fijada a su cuerpo para obturar por completo el kayak en previsión de la entrada de agua y espuma.

Por esta razón, el remero tiene que ser experto en adrizar o enderezar el kayak con su remo y el adrizamiento propio es una parte esencial del entrenamiento de principiantes.

Hoy en día existe auténtico peligro si el kayak queda en posición invertida, puesto que el remero tiene que o bien soltar y enderezar el kayak o soltar la cubierta de salpicaduras y salirse del kayak, todo ello en cuestión de minutos. Esto puede suceder, por ejemplo, si el remero se encuentra en circunstancias impetuosas dentro de un río embravecido y el kayak vuelca y resulta atrapado, por rocas o raíces de árboles, en una posición invertida.

El remero tiene que dejar en libertad el kayak, o salirse del kayak, en los pocos minutos de tiempo disponible. El sentimiento de urgencia y de pánico general puede hacer más difícil que adopte cualquiera de esas acciones, dando lugar a un riesgo de ahogo.

En el caso de botes de vela puede surgir un problema similar si una persona queda atrapada en el aparejo cuando vuelca la embarcación.

La presente invención se propone mitigar estos problemas proporcionando más tiempo disponible para adoptar las acciones necesarias. A su vez, esto debe aumentar la confianza del usuario y reducir el factor de pánico asociado con un vuelco del kayak, u otra embarcación, tanto para la persona experimentada en situaciones extremas como para el principiante, donde es importante la confianza.

Además, la invención es ideal para los entusiastas del kayak que participan en:

1 - Expediciones con kayak en grandes ríos - algunos con grados de mucha dificultad en aguas de curso rápido.

2 - Rodeos en kayak - competiciones mantenidas a menudo en aliviaderos, en donde el remero somete el kayak a muchas maniobras difíciles de tipo voltereta o salto mortal, utilizando, donde es posible, las fuerzas disponibles en el agua en movimiento.

3 - Diversión en bote - en donde los remeros se divierten en pautas de olas y tapones de tramos de ríos de corriente rápida.

4 - Surfistas - montar en kayak sobre formaciones de olas del mar.

5 - Montar en kayak en el mar, donde a veces es necesario atravesar grandes tramos de mar abierto y donde el desalojo y el regreso serían particularmente peligrosos.

Actualmente, por el documento DE 3 931 968, es conocido disponer un tubo de respiración en un kayak de modo que, cuando el kayak está invertido, es posible respirar el aire contenido dentro del casco del kayak. Sin embargo, adolece del problema de que el extremo inferior del tubo está en el punto más alto del kayak de modo que, cuando éste se invierte, el tubo está entonces en el punto más bajo y es probable que comunique con agua. Este problema se agudiza por el hecho de que el sistema utiliza un simple trozo de tubo, sin válvulas de ninguna clase, y por consiguiente, incluso si se cambiase la posición de entrada, es probable no obstante que entrase agua dispersa en el tubo antes de que el usuario meta el extremo en su boca, y el usuario tendría así que expeler ese agua antes de poder comenzar a respirar por el tubo. Teniendo en cuenta la posible situación de pánico del remero en estas condiciones, una propuesta de esta clase resultaría insegura, particularmente para usarla por principiantes.

Las patentes norteamericanas 5.606.967 y 5.535.734 describen, cada una, dispositivos de respiración de superficie para uso en operaciones de submarinismo o cuasi buceo, pero cada una utiliza un tubo muy largo y no sería eficaz o resultaría demasiado compleja. El documento US 5 671 694 describe un sistema de aire de emergencia para usuarios de kayacs. En este sistema se disponen bombonas presurizadas de aire dentro de la nave. Un usuario puede respirar ese aire accionando una válvula rotativa de la boquilla para permitir que salga aire de las bombonas. Este sistema es relativamente complejo, y la disposición de la válvula y la boquilla no resulta eficaz para que no entre agua en el recorrido del flujo de aire.

La presente invención trata de superar estos problemas y propone, en consecuencia, un aparato de respiración de emergencia, para respirar bajo el agua, que comprende un solo tubo flexible que tiene una entrada adyacente a un extremo de dicho tubo, la cual está destinada a ser mantenida por encima del nivel del agua y franquear la entrada de aire ambiente, y, adyacente al otro extremo de dicho tubo, en inmediata proximidad, una boquilla y unos medios de válvula que puede accionar un usuario para impedir el flujo de agua hacia el interior de los medios de respiración, en un estado cerrado, y para permitir la respiración, en un estado abierto, en el que dichos medios de válvula contienen un vástago taladrado que ajusta por deslizamiento dentro de un cuerpo de válvula cilíndrico y que puede ser deslizado, por un operador, entre el estado obturado y el estado abierto en que puede respirarse aire a través de dicho vástago de la válvula, estando cerrado el cuerpo de válvula cilíndrico mediante un tapón extremo perforado periféricamente, proporcionando las perforaciones del tapón extremo una vía de comunicación de aire entre el interior del tubo y la boquilla, cuando la válvula está en estado abierto, y estando obturadas las perforaciones por dicho vástago de la válvula, cuando la válvula está en

estado cerrado.

Preferentemente, el tubo debe tener un volumen interno que sea menor que la capacidad pulmonar normal.

Un dispositivo de esta clase puede estar dispuesto en una nave o barco flotante, tal como un kayak, un bote o lancha, y tener su extremo abierto fijado dentro de la nave, de modo que comunique con el aire que está por encima del nivel del agua del interior de la nave cuando está invertida.

Alternativamente, el extremo abierto puede tener forma de flotador, para mantenerlo por encima del nivel del agua de cualquier manera conveniente, por ejemplo como se describe en las patentes norteamericanas 5.606.967 y 5.535.734. Esto permite que un nadador de auxilio ayude al usuario atrapado del kayak.

Los aparatos según la invención pueden comprender un chaleco salvavidas o ayuda de flotación y un tubo, fijado al mismo, que tenga un extremo que incluya dichos medios de válvula y esté situado dentro del alcance del usuario para que respire hacia el interior, y el otro extremo que pueda ser retenido en el interior del casco a una altura por encima de la línea de flotación de la nave cuando está invertida.

En otra forma de la invención, una embarcación que tiene un casco flotante, que atrapa aire cuando está invertido, está equipada con medios de respiración, comunicando un extremo del tubo con el interior del casco de embarcación, y, estando situado el otro extremo en una posición en que puede ser alcanzado por el usuario para respirar hacia el interior y teniendo la entrada dentro de la nave por encima de la línea de flotación cuando está invertida.

Por lo tanto, el tubo puede proporcionarse como parte de la misma embarcación o como parte del chaleco salvavidas o ayuda de flotación a usar cuando se está en tal embarcación, o puede ser una ayuda de respiración superficial independiente.

Por lo general, la longitud del tubo utilizado debe encerrar un volumen menor que la capacidad pulmonar de una persona. Esto asegura, de un modo simple, que siempre se respirará aire fresco. Los medios de válvula también son importantes en una situación de emergencia, ya que aseguran que el usuario pueda respirar aire inmediatamente, sin que tenga que expeler aire antes. El invento es distinto del esnorquel o tubo de respiración convencional, dado que el tubo es flexible y permite mayor flexibilidad a un nadador, además de que tiene un sistema de válvula conveniente para permitir que se respire aire inmediatamente.

Cuando se utiliza en la práctica en una embarcación, puede que haya algo de agua en la parte inferior de la embarcación mientras está derecha o erguida, y también puede haber algo de agua cuando está invertida en el entonces punto más bajo. Por consiguiente, el extremo interior del tubo ha de fijarse preferentemente en el punto medio del interior del casco, de manera que el tubo esté libre de agua tanto en la posición erguida como en la invertida. Ello asegura el máximo uso del aire atrapado.

Ahora se describirá una realización de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos anejos, en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva de un remero en un kayak;

la figura 2 muestra una cubierta de salpicaduras,

la figura 3 muestra un dispositivo de respiración

según la invención,

la figura 4 muestra una vista en sección de una válvula para utilizar en el dispositivo de respiración, y

la figura 5 muestra una vista en sección de una boquilla para utilizar en el dispositivo de respiración.

Con referencia a la figura 1, se muestra un remero en un kayak, con un tubo de respiración en su posición. En general, particularmente en condiciones difíciles, el remero llevará puesta una cubierta de salpicaduras similar a o del tipo mostrado en la figura 2, la cual está sujeta a un borde de la cabina mediante un elástico liberable o cordón de caucho 3. Por consiguiente, en uso normal, si el remero queda atrapado en una posición invertida, después de un vuelco, tiene que liberar la cubierta de salpicaduras para que el remero pueda salir de la embarcación.

La invención presente admite que existe un problema de peligro serio si el remero no puede salir a tiempo o queda atrapado. Además, con principiantes, incluso si el remero es capaz de salir a tiempo, el mero pensamiento de tener que evacuar en aquellas condiciones puede dar lugar a un problema grave de confianza en sí mismo.

En la figura 1 se muestra un tubo de respiración 4, y éste está fijado por su extremo distante a un soporte o ménsula 5, en la figura 3, el cual se monta en una zona media o central de la embarcación, es decir, de modo que está por encima de cualquier agua que pueda haber en la nave en sus condiciones de erguida o invertida.

Este extremo del tubo puede abrirse directamente hacia el interior del casco o hacia una bolsa u otra envoltura que contenga aire y esté contenida dentro del casco.

El tubo sale después fuera del revestimiento de la nave por un prensaestopas o collarín estanco 7 y pasa por debajo del chaleco salvavidas o ayuda de flotación 8 del remero, de modo que su otro extremo emerge cerca de la boca del remero.

En esta zona, esto es, cerca de su boca, para que el usuario pueda aspirar o espirar por el tubo 10 hay una boquilla 9, similar a la boquilla de un esnorquel pero con válvula incorporada y que puede accionarse manualmente de suerte que puede mantenerse cerrada antes del uso, para impedir la entrada de agua, y puede abrirse después, cuando el usuario tiene la boquilla en su boca y desea respirar.

La longitud de tubo, en relación con su ánima, ha de ser tal que su volumen total sea menor que el de la capacidad pulmonar normal, a fin de que sea posible ventear completamente el tubo, de un lado a otro, para expulsar el aire viciado y atraer después aire fresco adicional sin que quede ningún remanente del aire viciado permanentemente dentro del tubo.

Con referencia a la figura 4, se muestra una válvula de retención o antirretorno 11 accionada a mano. Está fijada al extremo del tubo de respiración 10 y después se fija ella misma a una boquilla conformada 12. La boquilla 12 es una boquilla conformada de manera convencional, con agarres de dientes del tipo usado en los aparatos o equipos de respiración de la clase de un esnorquel.

En referencia de nuevo a la figura 4, la válvula 11 contiene un vástago de válvula 13, de un material plástico adecuado, que forma un ajuste deslizante dentro del cuerpo de válvula 14 al cual está obturado de modo deslizante mediante una junta tórica 15. El

vástago de la válvula tiene un ánima interna de 12 mm de diámetro, aproximadamente, para el paso de aire. Esta ánima es aproximadamente igual que la del tubo y permite utilizar un tubo de un metro, aproximadamente, con un volumen adecuado de aire que es más bajo que la capacidad pulmonar.

En el extremo del cuerpo de válvula está fijado un tapón superior perforado 16 que tiene un ajuste de interferencia dentro del cuerpo 14 de la válvula. El tapón superior 16 tiene una serie de perforaciones periféricas o pasadizos o pasillos 17, que comunican con la boquilla 12 cuando la válvula 11 está en un estado de abierto y que obturan contra una cara de extremo del vástago de válvula cuando la válvula está en un estado cerrado. Las perforaciones tienen una superficie total que se aproxima a la superficie del ánima de 12 mm del vástago 13 de la válvula.

La válvula encaja por salto elástico dentro de un manguito 18 sujeto dentro una cavidad moldeada correspondientemente en el interior de la boquilla 12 y la válvula se mantiene en dicho lugar gracias a un escalón 19 dispuesto en el extremo del tapón superior 16 y que se aplica al extremo del manguito 18.

El vástago 13 de la válvula está en contacto con las perforaciones 17 antes de comenzar a utilizarse para respirar. Por tanto, esto asegura que la válvula esté completamente cerrada y que, en ese estado, no pueda entrar agua dentro del tubo 10.

En un estado volcado, cuando un usuario necesita

respirar a través de la boquilla, lo primero que tiene que hacer es meter la boquilla en su boca y luego tirar hacia fuera del vástago de válvula 13, y así éste abre el pasadizo 17 y permite con ello que fluya aire, procedente de la nave volcada, por el ánima del vástago de válvula 13 y desde ahí hacia el interior de la boquilla 12.

En la utilización, por tanto, el usuario puede conseguir aire metiendo simplemente la boquilla en su boca, tirando para abrir la válvula y por consiguiente su pasadizo, y respirar entonces aire procedente de una reserva de aire atrapada dentro del casco invertido.

La invención también puede utilizarse como respirador no sujeto o independiente, en cuyo caso se usaría un tubo más largo pero de ánima más estrecha, por ejemplo de dos metros de largo y un ánima de 8 mm, con las mismas restricciones de volumen pulmonar y con alguna forma de protección que minimice la entrada de agua salpicada, pero teniendo en general un sistema de flotación como el mostrado en las patentes norteamericanas confirmadas 5.606.967 y 5.535.734.

De manera alternativa, puede utilizarse un tubo más largo o un ánima única, pero ligeramente más ancha, y entrenar al usuario de modo que sólo aspire por el tubo y expulse el aire de sus pulmones directamente en el agua. En tal caso, puede incorporarse una válvula de retención dentro o cerca de la boquilla para expulsar el aire usado directamente en el agua.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de respiración de emergencia (4), para respirar bajo el agua, que comprende un solo tubo flexible (10) que tiene una entrada adyacente a un extremo de dicho tubo, la cual está destinada a ser mantenida por encima del nivel del agua y franquear la entrada de aire ambiente, y, adyacente al otro extremo de dicho tubo, en inmediata proximidad, una boquilla (12) y unos medios de válvula (11) que pueden accionarse por un usuario para impedir el flujo de agua hacia el interior de los medios de respiración, en un estado cerrado, y para permitir la respiración, en un estado abierto, en el que dichos medios de válvula (11) comprenden un vástago hueco (13) que ajusta por deslizamiento dentro de un cuerpo de válvula cilíndrico (14) y que puede ser hecho deslizar por un operador entre el estado cerrado y el estado abierto, en el que puede respirarse aire a través de dicho vástago de la válvula, estando cerrado el cuerpo de válvula cilíndrico (14) mediante un tapón extremo (16) perforado periféricamente, proporcionando las perforaciones (17) del tapón extremo (16) una vía de comunicación de aire entre el interior del tubo (10) y la boquilla (12) cuando la válvula está en estado abierto y estando obturadas las perforaciones (17) por dicho vástago (13) de la válvula cuando la válvula está en

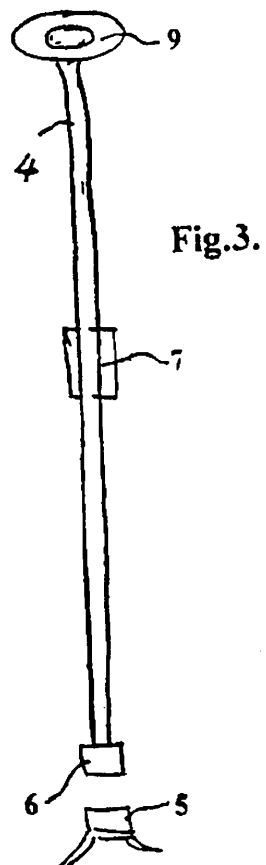
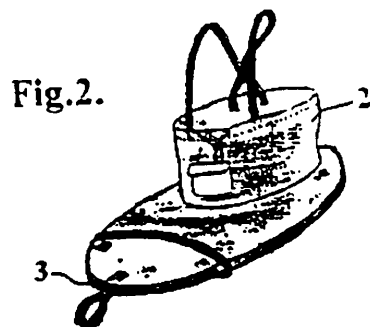
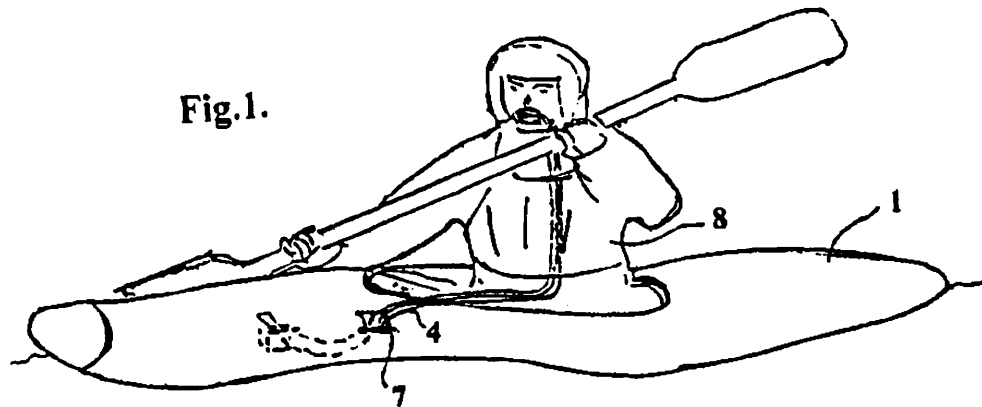
estado cerrado.

2. Un aparato de respiración de emergencia según la reivindicación 1, en el que el tubo flexible (10) tiene un volumen interno menor que la capacidad pulmonar normal de modo que permite respirar en ambos sentidos a través del tubo.

3. Una nave del tipo que tiene un casco flotante que encierra aire cuando está invertida y que contiene un aparato según la reivindicación 1 ó 2.

4. Una nave según la reivindicación 3, en la que un extremo del tubo flexible (10) comunica con el interior del casco de la nave y el otro extremo del tubo flexible (10) está situado en una posición en que puede ser alcanzado por el usuario para respirar hacia el interior y la entrada del tubo (10) está dentro de la nave por encima de la línea de flotación cuando la nave está invertida.

5. Un aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que incluye un chaleco salvavidas o ayuda de flotación (8) al que se fija el tubo flexible (4, 10), conteniendo el extremo del tubo (4, 10) dichos medios de válvula (11) y estando situada la boquilla (12) dentro del alcance del usuario para que respire hacia el interior, y pudiendo ser retenido el otro extremo del tubo (4, 10) en el interior de un casco de una nave, a una altura por encima de la línea de flotación de la nave cuando la nave está invertida.



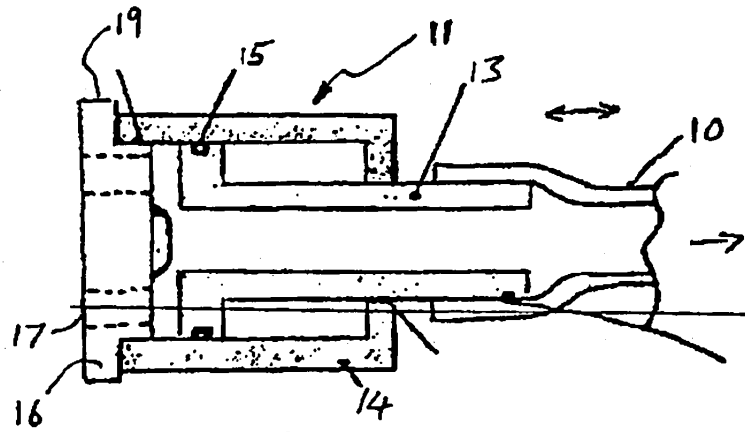


Fig. 4

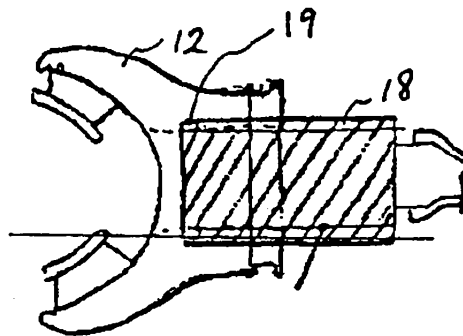


Fig. 5